





LIQUID CRYSTAL ELECTRONIC DEVICE AND ITS DRIVING METHOD

Patent number: JP7175034
Publication date: 1995-07-14
Inventor: SAWAYAMA YUTAKA; others: 03
Applicant: SHARP CORP
Classification:
 - international: G02F1/133; G02F1/13; G02F1/1335; G09G3/36
 - european:
Application number: JP19930320335 19931220
Priority number(s):

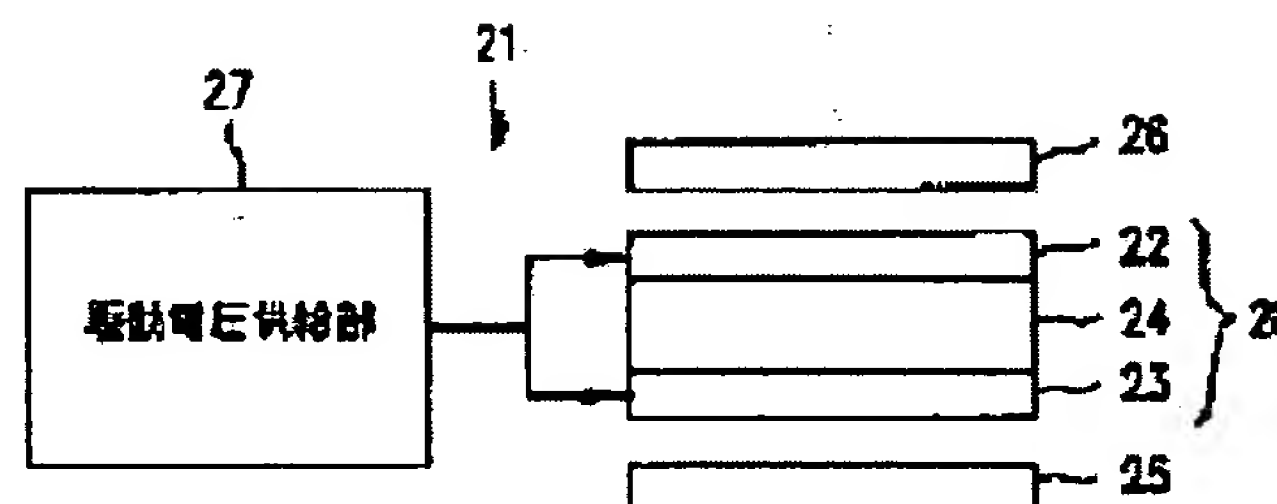
Also published as:

 EP0660297 (A)
 US5640259 (A)
 EP0660297 (A)
 EP0660297 (B)

Abstract of JP7175034

PURPOSE: To obtain a liquid crystal electronic device having sufficient high-speed responsiveness.

CONSTITUTION: A sufficient on-off ratio is not obtainable under a condition 1 and there is no change from a display made to be responded near the threshold of the conventional TN type, etc., under a condition 2 and further, the sufficient response of liquid crystal display is optically obtd. even if the displacement of liquid crystal molecules is slight under a condition 3 in the case of driving by impressing the impression voltage from a driving voltage supply section 27 to picture elements by a field sequential system in such a manner that the optical on-off is executed between the impression voltages between the increase of the light transmittance and the decrease of the light transmittance in three ways of impression voltage-transmittance characteristics; the condition 3: $dX\Delta n < \lambda/2$, the condition 2: $dX\Delta n = \lambda/2$, the condition 3: $dX\Delta n > \lambda/2$ in the retardation ($dX\Delta n$) which is a difference in the travelling distance of light between an ordinary light component and extraordinary light component in the case whose light for irradiation passes a liquid crystal layer 24 if the thickness of the liquid crystal layer 24 held by both substrates 22, 23 is defined as (d), the refractive index difference between the ordinary light and the extraordinary light as Δn and the wavelength of the light for irradiation of display as λ .



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-175034

(43) 公開日 平成7年(1995)7月14日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/133	5 0 5		
	1/13	5 0 5		
	1/1335	5 1 0		
G 0 9 G	3/36			

審査請求 未請求 請求項の数32 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願平5-320335

(22) 出願日 平成5年(1993)12月20日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 澤山 豊

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72) 発明者 木村 直史

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72) 発明者 山元 良高

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 山本 秀策

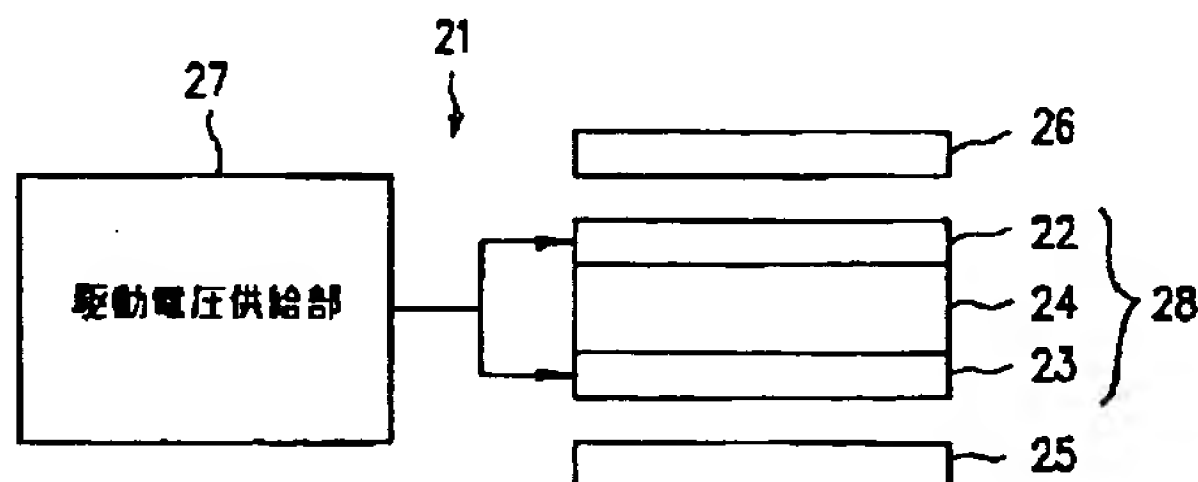
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶電子装置およびその駆動方法

(57) 【要約】

【目的】 充分な高速応答性を有する。

【構成】 両基板22, 23で挟まれた液晶層24の厚さを d 、常光と異常光の屈折率差を Δn 、表示用照射光の波長を λ とすると、照射光が液晶層24を通過する場合には、常光成分と異常光成分の間で光の道のりの差であるリターデーション($d \times \Delta n$)が、条件1: $d \times \Delta n < \lambda / 2$ 、条件2: $d \times \Delta n = \lambda / 2$ 、条件3: $d \times \Delta n > \lambda / 2$ の3通りの印加電圧-透過率特性における光透過率大と光透過率小との印加電圧間で、光学的なオン、オフを行うように、駆動電圧供給部27からの印加電圧を絵素にフィールド順次方式により印加して駆動する場合において、条件1では、充分なオン・オフ比が得られず、条件2では、従来のTN型などのような閾値付近で応答させる表示モードと変化がなく、さらに、条件3では液晶分子の変位は微小でも光学的には液晶表示の十分な応答が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも、2枚の基板と、該2枚の基板に挟持された液晶部と、該両基板および液晶部への特定の偏光光、および該両基板および液晶部からの特定の偏光光のうち少なくともいずれかを得る偏光素子とを備えており、該液晶部における液晶分子の有する光の複屈折効果を利用し、該液晶部の液晶層の厚さを d 、常光の屈折率と異常光の屈折率の差を Δn 、表示のための照射光の波長を λ とすると、該照射光が該液晶層を1度通過する場合には、常光成分と異常光成分の間で該両基板および液晶部における光の道のりの差であるリターデーション($d \times \Delta n$)が、

$$d \times \Delta n > \lambda / 2$$

の関係を満足するか、

または、該照射光が間に該偏光素子を介することなく該液晶層を2度通過する場合には、該リターデーション($d \times \Delta n$)が、

$$2 d \times \Delta n > \lambda / 2$$

の関係を満足することにより得られる、液晶の絵素への印加電圧—光透過率特性における光透過率大の極限值と光透過率小の極値との印加電圧間で、光学的なオン、オフを行うように、フィールド順次方式により該絵素に該印加電圧を印加して駆動する駆動電圧供給部を有する液晶電子装置。

【請求項2】 2枚の基板に挟持された液晶部における液晶分子の有する光の複屈折効果を利用し、該液晶部の液晶層の厚さを d 、常光の屈折率と異常光の屈折率の差を Δn 、表示のための照射光の波長を λ とすると、該照射光が該液晶層を1度通過する場合には、常光成分と異常光成分の間で光の道のりの差であるリターデーション($d \times \Delta n$)が、

$$d \times \Delta n > \lambda / 2$$

の関係を満足するか、

または、該照射光が間に該偏光素子を介することなく該液晶層を2度通過する場合には、該リターデーション($d \times \Delta n$)が、

$$2 d \times \Delta n > \lambda / 2$$

の関係を満足することにより得られる、液晶の絵素への印加電圧—光透過率特性における光透過率大の極限值と光透過率小の極値との印加電圧間で、光学的なオン、オフを行い、フィールド順次方式により駆動する液晶電子装置の駆動方法。

【請求項3】 少なくとも、2枚の基板と、該2枚の基板に挟持された液晶部と、該両基板および液晶部への特定の偏光光、および該両基板および液晶部からの特定の偏光光のうち少なくともいずれかを得る偏光素子と、常光成分と異常光成分の間で該両基板および液晶部における光の道のりの差であるリターデーションを補償するリターデーション補償手段とを備えており、該液晶部における液晶分子の有する光の複屈折効果を利用し、該液晶

部の液晶層の厚さを d 、常光の屈折率と異常光の屈折率の差を Δn 、表示のための照射光の波長を λ とすると、該照射光が該液晶層を1度通過する場合には、該リターデーション($d \times \Delta n$)が、

$$d \times \Delta n > \lambda / 2$$

の関係を満足するか、

または、該照射光が間に該偏光素子を介することなく該液晶層を2度通過する場合には、該リターデーション($d \times \Delta n$)が、

$$2 d \times \Delta n > \lambda / 2$$

の関係を満足することにより得られる、液晶の絵素への印加電圧—光透過率特性における光透過率大の極限值と光透過率小の極値との印加電圧間で、光学的なオン、オフを行うように、フィールド順次方式により該絵素に該印加電圧を印加して駆動する駆動電圧供給部を有する液晶電子装置。

【請求項4】 少なくとも、2枚の基板と、該2枚の基板に挟持された液晶部と、該両基板および液晶部への特定の偏光光、および該両基板および液晶部からの特定の偏光光のうち少なくともいずれかを得る偏光素子と、常光成分と異常光成分の間で該両基板および液晶部における光の道のりの差であるリターデーションを補償するリターデーション補償手段とを備えており、該液晶部における液晶分子の有する光の複屈折効果を利用し、該液晶部の液晶層の厚さを d 、常光の屈折率と異常光の屈折率の差を Δn 、表示のための照射光の波長を λ とすると、該照射光が該液晶層を1度通過する場合には、該リターデーション($d \times \Delta n$)が、

$$d \times \Delta n > \lambda / 2$$

の関係を満足するか、

または、該照射光が間に該偏光素子を介することなく該液晶層を2度通過する場合には、該リターデーション($d \times \Delta n$)が、

$$2 d \times \Delta n > \lambda / 2$$

の関係を満足することにより得られる、液晶の絵素への印加電圧—光透過率特性における光透過率大の極限值と光透過率小の極値との印加電圧間で、光学的なオン、オフを行うように、フィールド順次方式により、マトリクス状に配列された液晶表示画素に該印加電圧を印加して駆動する駆動電圧供給部を有する液晶電子装置。

【請求項5】 前記駆動電圧供給部は、前記印加電圧—光透過率特性における最大電圧側の光透過率の極限值と該極限值に最も近いところの光透過率小の極値との印加電圧間で、光学的なオン、オフを行うように構成した請求項1または3、4記載の液晶電子装置。

【請求項6】 前記駆動電圧供給部は、前記印加電圧としての駆動電圧が各フレーム毎にその極性を反転させるフレーム反転駆動を特徴とした請求項1または3、4、5記載の液晶電子装置。

【請求項7】 前記液晶の絵素への印加電圧としての駆

動電圧が各フレーム毎にその極性を反転させるフレーム反転駆動を特徴とした請求項2記載の液晶電子装置の駆動方法。

【請求項8】 前記駆動電圧供給部は、照射光に対する液晶の所定透過率または反射率を得る前記印加電圧としての信号電圧を絵素に印加する前に、少なくとも該信号電圧よりその絶対値が大きい第1予備電圧を該絵素に印加する構成の請求項1または3、4、5、6記載の液晶電子装置。

【請求項9】 照射光に対する液晶の所定透過率または反射率を得る前記印加電圧としての信号電圧を絵素に印加する前に、少なくとも該信号電圧よりその絶対値が大きい第1予備電圧を該絵素に印加する請求項2または7記載の液晶電子装置の駆動方法。

【請求項10】 前記駆動電圧供給部は、照射光に対する液晶の所定透過率または反射率を得る前記印加電圧としての信号電圧を印加する前で、かつ第1予備電圧の印加後に、該信号電圧よりもその絶対値が小さい第2予備電圧を印加する構成の請求項8記載の液晶電子装置。

【請求項11】 照射光に対する液晶の所定透過率または反射率を得る前記印加電圧としての信号電圧を印加する前で、かつ前記第1予備電圧の印加後に、該信号電圧よりもその絶対値が小さい第2予備電圧を印加する請求項9記載の液晶電子装置の駆動方法。

【請求項12】 前記駆動電圧供給部は、前記第1予備電圧の絶対値が、前記印加電圧としての信号電圧以上であり、かつ前記照射光に対する液晶の所定透過率または反射率が極値を取る前記印加電圧-光透過率特性における最大の印加電圧以上である構成の請求項8または10記載の液晶電子装置。

【請求項13】 前記第1予備電圧の絶対値が、前記印加電圧としての信号電圧以上であり、かつ前記照射光に対する液晶の所定透過率または反射率がそのピーク値の10パーセントとなる前記印加電圧-光透過率特性における最大の印加電圧以上である請求項9または11記載の液晶電子装置の駆動方法。

【請求項14】 前記駆動電圧供給部は、前記第2予備電圧の絶対値が、前記印加電圧としての信号電圧以下であり、かつ前記照射光に対する液晶の所定透過率または反射率が極値を取る前記印加電圧-光透過率特性における最大の電圧以下である構成の請求項10記載の液晶電子装置。

【請求項15】 前記第2予備電圧の絶対値が、前記印加電圧としての信号電圧以下であり、かつ前記照射光に対する液晶の所定透過率または反射率が極値を取る前記印加電圧-光透過率特性における最大の印加電圧以下である請求項11記載の液晶電子装置の駆動方法。

【請求項16】 前記駆動電圧供給部は、前記第1予備電圧の印加期間が表示信号印加期間の1/5以下である構成の請求項8または10、12記載の液晶電子装置。

【請求項17】 前記第1予備電圧の印加期間が表示信号印加期間の1/5以下である請求項9または11、13記載の液晶電子装置の駆動方法。

【請求項18】 前記駆動電圧供給部は、前記第1の予備電圧と第2の予備電圧の印加期間の合計が表示信号印加期間の1/5以下である構成の請求項10または14記載の液晶電子装置。

【請求項19】 前記第1の予備電圧と第2の予備電圧の印加期間の合計が表示信号印加期間の1/5以下である請求項11または15記載の液晶電子装置の駆動方法。

【請求項20】 前記駆動電圧供給部は、前記第1予備電圧を、表示を行う走査線に同時に印加する構成の請求項8記載の液晶電子装置。

【請求項21】 前記第1予備電圧を、表示を行う走査線に同時に印加する請求項9記載の液晶電子装置の駆動方法。

【請求項22】 前記駆動電圧供給部は、前記第1予備電圧または、前記第1予備電圧および第2予備電圧を表示を行う走査線の少なくとも1本に印加する構成の請求項10記載の液晶電子装置。

【請求項23】 前記第1予備電圧または、前記第1予備電圧および第2予備電圧を表示を行う走査線の少なくとも1本に印加する請求項11記載の液晶電子装置の駆動方法。

【請求項24】 前記駆動電圧供給部は、前記第1予備電圧が表示装置全面に対して同一の電圧である構成の請求項8記載の液晶電子装置。

【請求項25】 前記第1予備電圧が表示装置全面に対して同一の電圧である請求項9記載の液晶電子装置の駆動方法。

【請求項26】 前記駆動電圧供給部は、前記第1予備電圧および第2予備電圧のうち少なくともいずれかが表示装置全面に対して同一の電圧である構成の請求項10記載の液晶電子装置。

【請求項27】 前記第1予備電圧および第2予備電圧のうち少なくともいずれかが表示装置全面に対して同一の電圧である請求項11記載の液晶電子装置の駆動方法。

【請求項28】 前記リターデーション補償手段が、少なくとも2枚の基板とその間に挟持された液晶材料とで構成され、その電気光学特性が駆動用液晶セルとほぼ同一である構成の請求項3または4記載の液晶電子装置。

【請求項29】 前記リターデーション補償手段が、一軸性または二軸性の高分子伸延フィルムまたはその他の位相差フィルムである構成の請求項3または4記載の液晶電子装置。

【請求項30】 前記2枚の基板のうち一方がシリコン単結晶基板であって、該シリコン単結晶基板上に、各絵素に前記印加電圧の印加をオン・オフするトランジスタ

を設けた構成の請求項1または3、4、5記載の液晶電子装置。

【請求項31】 前記2枚の基板のうち一方がシリコン単結晶基板であって、該シリコン単結晶基板上に設けられたトランジスタにより、各絵素に対して前記印加電圧の印加をオン・オフさせる請求項2記載の液晶電子装置の駆動方法。

【請求項32】 投射型液晶表示装置の光変調素子として使用する請求項1または3、4、5記載の液晶電子装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、フィールド順次方式による高精細、高輝度のカラー液晶表示装置に用いるための液晶表示装置や、画像入力装置および、光演算システムに用いられる空間光変調素子や、光シャッタなどの液晶電子装置およびその駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、液晶電子装置としての投射型液晶表示装置は、液晶表示体に光をあててスクリーンに投射することで比較的容易に大型の画面を得ることが可能になる。カラー化の方法としては、投射光を赤、緑、青に分け、それぞれの光に対し1枚ずつの液晶表示装置を用いる方法（同時加法混色）と、液晶表示装置を1枚用いて直視型と同様にその1枚中に赤、緑、青の画素を設ける方法（並置加法混色）とがある。しかしながら、前者は高解像度が得られ易い反面高価であり、図29に示すように、光源としてのランプ1からの照射光が赤用ダイクロイックミラー2、緑用ダイクロイックミラー3、青用ダイクロイックミラー4の3つの光路を通り、液晶表示パネル5、6、7をそれぞれ通ってレンズ8から出力され、このように、液晶表示パネル5、6、7を3枚用いることにより、投射のための光学系が複雑化し、システムとしても大型のものとなる。また、3枚のうちに1枚でも画素欠陥が生じるとその画素部において1色もしくは混色の輝点が生じてしまう。また、後者は安価であるものの、拡大投影するために赤、緑、青の画素サイズを人間の目の空間的分解能以下にしなければ画質の劣化を招くといった欠点を有している。この問題点の解決方法の1つには1画素で赤、緑、青を表示させる方法（フ

ィールド順次カラー方式）が挙げられる。この方式の高精細、高輝度の特性に関しては以下のような特徴がある。

【0003】 (1) 画素のカラー表示は原理的に同時加法混色と同一であり、画像表示の精細度が高い。

【0004】 (2) 液晶表示装置上に画素欠陥がある場合、その部分の表示は白又は黒となるために、着色輝点より目立たず、画素欠陥が少々存在しても表示劣化にはつながらない。

【0005】 (3) 単板の液晶表示装置でフルカラー又

はマルチカラー表示が実現でき、表示システムの小型、軽量化が図られる。同時加法混色のように複数の光シャッタを利用する必要がないために、システムの小型化が可能であり製造コストが低減できる。

【0006】 以上のように、フィールド順次方式を用いると、高輝度、高精細で表示品位に優れ、かつ小型軽量のカラー液晶表示装置が得られる。

【0007】 しかし、フィールド順次方式の場合、1フィールド内で赤、緑、青の各色に対応する画像を表示させるために許される時間が5～6〔msec〕となってしまう。現在、アクティブマトリクス液晶表示装置に用いられているTN (Twisted Nematic) モードの応答速度がおおよそ数10〔msec〕であり、図30の場合には、応答時間が立ち上がりで39.1msec、立ち下がりで35.1msecである。閾値電圧付近において光学的なオン、オフを行っている液晶表示モードが前記TNモードの応答速度と同等かそれよりも遅いことを考えれば、実現は不可能に近い。

【0008】 従来、高速度応答性を有する液晶表示モードとしてはSSF-LC (Surface Stabilized Ferroelectric Liquid Crystal) モードに代表される、強誘電性液晶が一般によく知られている (N. A. Clark and S. T. Lagerwall; Appl. Phys. Lett., 36, 899:1980)。このSSF-LCモードの特徴は液晶分子が自発分極を有し、この液晶分子の自発分極の極性と、電界の極性とが整合するように液晶分子がスイッチングすることを利用して表示を行うものである。

【0009】 この強誘電性液晶以外の液晶表示方式の高速応答については、特開昭56-51352号公報の中で、閾値付近と光学特性の飽和する状態の電圧付近で印加電圧を操作することで高速応答化する記述がなされている。

【0010】 また、ネマティック系液晶を用いた高速応答表示モードについての発表もなされている (Nematic liquid crystal modulator with response time less than 100μs at room temperature: Shintson Wu; Appl. Phys. Lett. 57 (10), 3 1990)。この発表内で用いられる液晶の駆動方法は、図31に示すように、初期配向状態からの液晶分子の変位が最も大きい状態となるように電圧 (V_{off}) を印加し続け、その後、電圧を無印加状態 (V_0) にすることで液晶分子の変位を緩和させるものであり、この電圧の無印加状態の時間を変化させることによって透過率を変化させて階調表示を得る方法である。液晶分子の相互間力は、しばしばバネの運動に例えられるように、その変位が大きいほどバネ (分子) の有

するポテンシャルが高くなることから、大きな変位からの緩和が非常に高速であることが知られている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のSSF-LCモードに代表される強誘電性液晶では、配向制御が難しい上に物理的衝撃によって分子の配向がみだれ易く、双安定性であるために階調表示が得られにくいと言った欠点を有している。

【0012】また、特開昭56-51352号公報に記述された駆動方法は階調表示ができず、また、閾値付近で光学応答を変化させるものであり、液晶分子の配向状態の変化が大きすぎるためにTNと同程度の応答速度に留まる。

【0013】さらに、ネマティック系液晶を用いた高速応答表示モードのように、電圧無印加時間を変化させることによって液晶分子の緩和を調節し、階調表示を得るといった方法は、実際の液晶表示装置などに用いられるマトリクス駆動には適用できない。

【0014】本発明は、上記従来の問題を解決するもので、高速応答性を有し、かつ中間調表示可能でフィールド順次駆動可能な、マトリクス駆動方法に適した液晶電子装置およびその駆動方法を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶電子装置は、少なくとも、2枚の基板と、2枚の基板に挟持された液晶部と、両基板および液晶部への特定の偏光光、および両基板および液晶部からの特定の偏光光のうち少なくともいずれかを得る偏光素子とを備えており、液晶部における液晶分子の有する光の複屈折効果を利用し、液晶部の液晶層の厚さを d 、常光の屈折率と異常光の屈折率の差を Δn 、表示のための照射光の波長を λ とすると、照射光が液晶層を1度通過する場合には、常光成分と異常光成分の間で両基板および液晶部における光の道のりの差であるリターデーション($d \times \Delta n$)が、

$$d \times \Delta n > \lambda / 2$$

の関係を満足するか、または、照射光が間に偏光素子を介することなく液晶層を2度通過する場合には、リターデーション($d \times \Delta n$)が、

$$2d \times \Delta n > \lambda / 2$$

の関係を満足することにより得られる、液晶の絵素への印加電圧-光透過率特性における光透過率大の極限值と光透過率小の極値との印加電圧間で、光学的なオン、オフを行うように、フィールド順次方式により絵素に印加電圧を印加して駆動する駆動電圧供給部を有するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0016】また、本発明の液晶電子装置の駆動方法は、2枚の基板に挟持された液晶部における液晶分子の有する光の複屈折効果を利用し、液晶部の液晶層の厚さを d 、常光の屈折率と異常光の屈折率の差を Δn 、表示

のための照射光の波長を λ とすると、照射光が液晶層を1度通過する場合には、常光成分と異常光成分の間で光の道のりの差であるリターデーション($d \times \Delta n$)が、

$$d \times \Delta n > \lambda / 2$$

の関係を満足するか、または、照射光が間に偏光素子を介することなく液晶層を2度通過する場合には、リターデーション($d \times \Delta n$)が、

$$2d \times \Delta n > \lambda / 2$$

10 の関係を満足することにより得られる、液晶の絵素への印加電圧-光透過率特性における光透過率大の極限值と光透過率小の極値との印加電圧間で、光学的なオン、オフを行い、フィールド順次方式により駆動するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0017】さらに、本発明の液晶電子装置は、少なくとも、2枚の基板と、2枚の基板に挟持された液晶部と、両基板および液晶部への特定の偏光光、および両基板および液晶部からの特定の偏光光のうち少なくともいずれかを得る偏光素子と、常光成分と異常光成分の間で両基板および液晶部における光の道のりの差であるリターデーションを補償するリターデーション補償手段とを備えており、液晶部における液晶分子の有する光の複屈折効果を利用し、液晶部の液晶層の厚さを d 、常光の屈折率と異常光の屈折率の差を Δn 、表示のための照射光の波長を λ とすると、照射光が液晶層を1度通過する場合には、リターデーション($d \times \Delta n$)が、

$$d \times \Delta n > \lambda / 2$$

20 の関係を満足するか、または、照射光が間に偏光素子を介することなく液晶層を2度通過する場合には、リターデーション($d \times \Delta n$)が、

$$2d \times \Delta n > \lambda / 2$$

30 の関係を満足することにより得られる、液晶の絵素への印加電圧-光透過率特性における光透過率大の極限值と光透過率小の極値との印加電圧間で、光学的なオン、オフを行うように、フィールド順次方式により絵素に印加電圧を印加して駆動する駆動電圧供給部を有し、そのことにより上記目的が達成される。

【0018】さらに、本発明の液晶電子装置は、少なくとも、2枚の基板と、2枚の基板に挟持された液晶部と、両基板および液晶部への特定の偏光光、および両基板および液晶部からの特定の偏光光のうち少なくともいずれかを得る偏光素子と、常光成分と異常光成分の間で両基板および液晶部における光の道のりの差であるリターデーションを補償するリターデーション補償手段とを備えており、液晶部における液晶分子の有する光の複屈折効果を利用し、液晶部の液晶層の厚さを d 、常光の屈折率と異常光の屈折率の差を Δn 、表示のための照射光の波長を λ とすると、照射光が液晶層を1度通過する場合には、リターデーション($d \times \Delta n$)が、

$$50 \quad d \times \Delta n > \lambda / 2$$

の関係を満足するか、または、照射光が間に偏光素子を介することなく液晶層を2度通過する場合には、リターデーション ($d \times \Delta n$) が、

$$2d \times \Delta n > \lambda / 2$$

の関係を満足することにより得られる、液晶の絵素への印加電圧-光透過率特性における光透過率大の極限值と光透過率小の極値との印加電圧間で、光学的なオン、オフを行うように、フィールド順次方式により、マトリクス状に配列された液晶表示画素に印加電圧を印加して駆動する駆動電圧供給部を有するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0019】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置における駆動電圧供給部は、印加電圧-光透過率特性における最大電圧側の光透過率の極限值と極限值に最も近いところの光透過率小の極値との印加電圧間で、光学的なオン、オフを行うように構成したものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0020】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置における駆動電圧供給部は、印加電圧としての駆動電圧が各フレーム毎にその極性を反転させるフレーム反転駆動を特徴としたものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0021】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置の駆動方法は、上記方法に加えて、液晶の絵素への印加電圧としての駆動電圧が各フレーム毎にその極性を反転させるフレーム反転駆動を特徴としたものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0022】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置における駆動電圧供給部は、照射光に対する液晶の所定透過率または反射率を得る印加電圧としての信号電圧を絵素に印加する前に、少なくとも信号電圧よりその絶対値が大きい第1予備電圧を絵素に印加するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0023】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置の駆動方法は、上記構成に加えて、照射光に対する液晶の所定透過率または反射率を得る印加電圧としての信号電圧を絵素に印加する前に、少なくとも信号電圧よりその絶対値が大きい第1予備電圧を絵素に印加するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0024】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置における駆動電圧供給部は、照射光に対する液晶の所定透過率または反射率を得る印加電圧としての信号電圧を印加する前で、かつ第1予備電圧の印加後に、信号電圧よりもその絶対値が小さい第2予備電圧を印加するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0025】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置の駆動方法は、上記構成に加えて、照射光に対する液晶の所定透過率または反射率を得る印加電圧としての信号電圧を印加する前で、かつ第1予備電圧の印加後に、信号電圧よりもその絶対値が小さい第2予備電圧を印加

するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0026】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置における駆動電圧供給部は、第1予備電圧の絶対値が、印加電圧としての信号電圧以上であり、かつ照射光に対する液晶の所定透過率または反射率が極値を取る印加電圧-光透過率特性における最大の印加電圧以上であるものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0027】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置の駆動方法は、上記構成に加えて、第1予備電圧の絶対値が、印加電圧としての信号電圧以上であり、かつ前記照射光に対する液晶の所定透過率または反射率がそのピーク値の10パーセントとなる前記印加電圧-光透過率特性における最大の印加電圧以上であるものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0028】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置における駆動電圧供給部は、第2予備電圧の絶対値が、印加電圧としての信号電圧以下であり、かつ照射光に対する液晶の所定透過率または反射率が極値を取る印加電圧-光透過率特性における最大の電圧以下であるものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0029】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置の駆動方法は、上記方法に加えて、第2予備電圧の絶対値が、印加電圧としての信号電圧以下であり、かつ照射光に対する液晶の所定透過率または反射率が極値を取る印加電圧-光透過率特性における最大の印加電圧以下であるものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0030】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置における駆動電圧供給部は、第1予備電圧の印加期間が表示信号印加期間の1/5以下であるものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0031】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置の駆動方法は、上記方法に加えて、第1予備電圧の印加期間が表示信号印加期間の1/5以下であり、そのことにより上記目的が達成される。

【0032】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置における駆動電圧供給部は、第1の予備電圧と第2の予備電圧の印加期間の合計が表示信号印加期間の1/5以下であるものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0033】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置の駆動方法は、上記方法に加えて、第1の予備電圧と第2の予備電圧の印加期間の合計が表示信号印加期間の1/5以下であり、そのことにより上記目的が達成される。

【0034】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置における駆動電圧供給部は、第1予備電圧を、表示を行う走査線に同時に印加するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0035】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置の駆動方法は、上記方法に加えて、第1予備電圧を、表示を行う走査線に同時に印加するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0036】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置における駆動電圧供給部は、第1予備電圧または、第1予備電圧および第2予備電圧を表示を行う走査線の少なくとも1本に印加するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0037】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置の駆動方法は、上記方法に加えて、第1予備電圧または、第1予備電圧および第2予備電圧を表示を行う走査線の少なくとも1本に印加するものであり、そのことにより上記目的が達成される。さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置における駆動電圧供給部は、第1予備電圧が表示装置全面に対して同一の電圧であるものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0038】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置の駆動方法は、上記方法に加えて、第1予備電圧が表示装置全面に対して同一の電圧であり、そのことにより上記目的が達成される。

【0039】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置における駆動電圧供給部は、第1予備電圧および第2予備電圧のうち少なくともいずれかが表示装置全面に対して同一の電圧であるものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0040】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置の駆動方法は、上記方法に加えて、第1予備電圧および第2予備電圧のうち少なくともいずれかが表示装置全面に対して同一の電圧であり、そのことにより上記目的が達成される。

【0041】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置におけるリターデーション補償手段が、少なくとも2枚の基板とその間に挟持された液晶材料とで構成され、その電気光学特性が駆動用液晶セルとほぼ同一であるものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0042】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置は、リターデーション補償手段が、一軸性または二軸性の高分子伸延フィルムまたはその他の位相差フィルムであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0043】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置は、上記構成に加えて、2枚の基板のうち一方がシリコン単結晶基板であって、シリコン単結晶基板上に、各絵素に印加電圧の印加をオン・オフするトランジスタを設けたものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0044】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置の駆動方法は、上記方法に加えて、2枚の基板のうち一方がシリコン単結晶基板であって、シリコン単結晶基板上に設けられたトランジスタにより、各絵素に対して

印加電圧の印加をオン・オフさせるものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0045】さらに、好ましくは、本発明の液晶電子装置は、投射型液晶表示装置の光変調素子として使用するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0046】

【作用】上記構成により、液晶層の厚さを d 、常光と異常光の屈折率差を Δn 、表示用照射光の波長を λ とするとき、照射光が液晶層を通過する場合には、常光成分と異常光成分の間で光の道のりの差であるリターデーション($d \times \Delta n$)が、条件1： $d \times \Delta n < \lambda / 2$ 、条件2： $d \times \Delta n = \lambda / 2$ 、条件3： $d \times \Delta n > \lambda / 2$ の3通りの印加電圧-透過率特性における光透過率大と光透過率小との印加電圧間で、光学的なオン、オフを行うように、フィールド順次方式により絵素に印加電圧を印加して駆動する場合において、条件1では、十分なオン・オフ比が得られず、条件2では、従来のTN型などのような閾値付近で応答させる表示モードと変化がなく、さらに、条件3では、少しの印加電圧の変化で透過光強度が大きく変化し、したがって、液晶分子としての変位は微小であっても光学的には液晶表示の十分な応答が得られることになる。

【0047】また、所定の透過率または反射率を得る信号電圧を絵素に印加する前に、少なくとも信号電圧よりもその絶対値が大きい第1予備電圧を絵素に印加する駆動電圧波形を供給すれば、液晶表示の光学的な応答が十分なものとなる。また、第1予備電圧と信号電圧を印加する期間の間に、第2予備電圧を印加する期間を設ければ、光学応答特性の波形に存在していた鈍りが解消されて、光学的な応答速度が速くなる。

【0048】さらに、常光成分と異常光成分の間で両基板および液晶部における光の道のりの差であるリターデーションを補償するリターデーション補償手段を設ければ、より低い駆動電圧によって同等の光学応答特性が得られる。

【0049】さらに、液晶電子装置の一方基板にシリコン単結晶基板を用い、絵素を駆動するトランジスタを単結晶シリコン中に形成すれば、単結晶シリコンは移動度が大きいので、例えばアモルファスシリコン薄膜TFTやポリシリコンTFTよりもはるかに優れたTFTが得られる。

【0050】上記に従い液晶表示装置を駆動することによって、高速に応答する光変調素子を得ることが可能となり、その結果、フィールド順次駆動可能な投射型液晶表示装置や光演算装置の空間光変調素子が得られる。また、例えばCCDと本発明の高速光変調素子を組み合わせることにより、CCDの1画素で赤、緑、青の信号が検出できることとなるため、小型高精細なCCD素子が得られることになる。

【0051】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

【0052】（実施例1）図1は本発明の第1の実施例を示す液晶電子装置の構成図である。図1において、液晶電子装置21は、2枚の基板部22、23と、これら2枚の基板部22、23に挟持された液晶部24と、偏光子25と、検光子26と、これら2枚の基板部22、23に駆動電圧を供給する駆動電圧供給部27とを有している。これら2枚の基板部22、23と液晶部24により液晶セル28が構成される。この駆動電圧供給部27は、液晶部24における液晶分子の有する光の複屈折効果を利用し、液晶部24の液晶層の厚さを d 、常光の屈折率と異常光の屈折率の差を Δn 、表示のための照射光の波長を λ とすると、照射光が液晶層を1度通過する場合、常光成分と異常光成分の間で液晶セル28の光の道のりの差であるリターデーション($d \times \Delta n$)が、

$$d \times \Delta n > \lambda / 2$$

の関係を満たすことにより得られる、図2に示す液晶の絵素への印加電圧-光透過率特性における光透過率大の極限值と光透過率小の極値との印加電圧間で、光学的なオン、オフを行うように、フィールド順次方式により絵素に印加電圧を印加して駆動する。

【0053】ここで、上記構成による第1の実施例の動作を説明するために幾つかの定義をする。図2に示すように、モード0とは、最も高電圧側の透過率最小となる点Aであり、また、1次ピークとは、この光学特性がモード0となる電圧 V_1 より徐々に電圧を低下させた時に*

$$n_e(\theta) = n'_e = \frac{n_{\perp}}{\sqrt{1 - \{1 - (\frac{n_{\perp}}{n_{\parallel}})^2\} \cos^2 \theta}}$$

$$n_o(\theta) = n_o = n_{\perp} \\ \therefore \Delta n(\theta) = n'_e - n_o = \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 - \{1 - (\frac{n_{\perp}}{n_{\parallel}})^2\} \cos^2 \theta}} - 1 \right\} n_{\perp}$$

$$\begin{cases} n_{\parallel}; \text{分子長軸方向の屈折率} \\ n_{\perp}; \text{分子短軸方向の屈折率} \end{cases} \begin{cases} n_e = \text{異常光成分} \\ n_o = \text{常光成分} \end{cases}$$

【0057】さらに、このとき、図5に示すように、偏光子25の偏光軸30を液晶分子29のダイレクタ方向と45度の角度で設置し、検光子26の検光軸31は、偏光子25の偏光軸30と直行するように設置した場合を考えると、リターデーション($d \times \Delta n$)と出力光強度 I_o との間には、次の関係式が成立する。

【0058】

【数2】

* 1番初めに、明状態（最も明るい状態）となった点Bである。

【0054】入射光の常光と異常光との干渉を利用した表示モードの代表的なものとしてECB (Electrolytically Controlled Birefringence) モードが挙げられる。その一例として平行配向ECBモード（以下ECBと称する）の動作原理は、入射した光を偏光子25によって特定の偏光状態にし、その偏光光が液晶セル28を通過する際に、常光成分と異常光成分との間で光の道のりの差であるリターデーション($d \times \Delta n$)を生じさせることによって、液晶セル28を通過した後の光の偏光状態を変化させ、検光子26によって特定の偏光方向の光を抽出するものである。ここで、液晶部24の液晶層の厚さを d 、液晶分子の屈折率異方性によって生じる常光成分の屈折率と異常光成分の屈折率の差を Δn とする。

【0055】この光路差を電氣的に変化させることで光学的な応答を得るもので、例えば平行配向処理を施した2枚の基板部22、23間に挟持された液晶分子について考えると、図3a~cに示すように、印加電圧 E を液晶セル28に印加することにより、液晶分子29が立ち上がる。ここで、図4に示すように、液晶分子29が角度 θ 傾いたとき、液晶分子29の持つ見かけ上の屈折率異方性による屈折率差 Δn が変化するため、リターデーション($d \times \Delta n$)も変化する。

【0056】

【数1】

$$I_o = I_i \cdot \sin^2 (\Delta n \cdot d / \lambda)$$

I_o : 出力光強度、 I_i : 入射光強度

$\Delta n \cdot d$: リターデーション、 λ : 入射光の波長

【0059】この関係式から図6の特性図が得られる。この図6の特性図より、出力光強度 I_o のオン・オフ比を最大に取ろうとすると、少なくとも入射光の波長 λ に対して $\lambda/2$ 以上のリターデーション($d \times \Delta n$)が必要であることがわかる。

【0060】また、図7には、条件1： $d \times \Delta n < \lambda / 2$ 、条件2： $d \times \Delta n = \lambda / 2$ 、条件3： $d \times \Delta n > \lambda / 2$ の3通りの印加電圧-透過率特性が示されている。図7に示すように、条件1では、充分なオン・オフ比が得られず、条件2では、従来のTN型などのような閾値付近で応答させる表示モードと変化がないことがわかる。従って、条件3の場合を用いることが最適である。この条件3の場合には少しの印加電圧の変化で透過光強度が大きく変化することがわかる。

【0061】このように、リターデーション($d \times \Delta n$)の選定を行ったECBモードの電圧-透過率特性は、図2に示すような特性となる。この場合、図8に示すように、偏光子25の偏光軸30を、液晶セル28の液晶分子のダイレクタ方向32と 45° の角度で設置し、検光軸31は偏光子25と直行するように設置する。なお、これら偏光軸30と検光軸31が平行の場合には図2の特性の透過率変化における明暗は逆となる。

【0062】前述したように、液晶分子どうしの相互間力は、しばしばバネに例えられる。図3に液晶分子29の挙動とその時に例えられるバネの状態(液晶分子の変位に対応するバネの変位)を示している。図3に示すように、この液晶分子29の立ち上がりはバネを伸ばす動作に対応する。通常、バネを伸ばす場合その伸びの速度はバネを引く力に依存する。この力は液晶においての電界に対応しており、この力を大きくする、即ち印加電圧Eを高くすることにより高速応答化を図ることができる。しかし、LCDの高速化で問題となるのは、むしろ液晶分子29の立ち上がり、即ち液晶分子29が緩和に要する時間であり、この緩和時間は伸ばしたバネの元の状態に戻るまでに要する時間に対応する。このバネが緩和する際に有する初速は、バネの有するポテンシャルに依存することから、当然伸び切ったポテンシャルが最高である状態が最も速いことになるが、同時に伸び切ったバネは元の状態へ戻るための距離が最も長い状態でもある。このことを液晶に対応させて考えると、印加されていた電圧がオフした際、最も初速の速いのは、光学応答でモード0となっていた場合であるが、このモード0は、初期状態からの分子配向の変化分が最も大きいため緩和時間も最も長いのもモード0である。その結果、例えばTN型のように液晶分子の閾値付近を用いた表示モードでは、十分な初速を有していても緩和に必要な時間が長いことため応答が遅いということになってしまう。

【0063】しかし、ECB等液晶分子の複屈折率を利用した表示モードを用いた空間光変調素子を光学的にオン、オフさせるためには、液晶分子の変位に伴うリターデーション($\Delta n \cdot d$ ： Δn =液晶の屈折率異方性、 d =セルギャップ)の変化は最低でも半波長分あればよい。このことから、モード0から初期状態までの緩和は、 $\Delta n \cdot d / \lambda > 1/2$ であれば必要ない。特に、液晶分子の有する Δn が大きく、 $\Delta n \cdot d > 3\lambda/2$ であ

れば、液晶分子としての変位は微小であっても光学的には十分な応答が得られることとなる。

【0064】なお、本実施例では、リターデーション($d \times \Delta n$)が、

$$d \times \Delta n > \lambda / 2$$

の関係を満足する場合について説明したが、照射光が間に偏光素子を介することなく液晶層を2度通過する場合には、リターデーション($d \times \Delta n$)が、

$$2d \times \Delta n > \lambda / 2$$

の関係を満足することにより得られる、液晶の絵素への印加電圧-光透過率特性における光透過率大の極限值と光透過率小の極値との印加電圧間で、光学的なオン、オフを行うように、フィールド順次方式により絵素に印加電圧を印加して駆動する。

【0065】即ち、本実施例においては、透過の場合のように、照射光が液晶層を通過した後、直ちに偏光素子に入射する場合についても適応できるが、液晶層に接するように光反射板を設置した反射型液晶表示装置のように、入射した光が液晶層を1度通過した後、偏光素子を介することなく、再度、液晶層に入射するような場合には、液晶セルの厚さが2倍である場合と光学的に等価であることから、リターデーション($d \times \Delta n$)と出力光強度 I_0 との間には、次の関係式が成立する。

【0066】

【数3】

$$I_0 = I_i \cdot \sin^2(\Delta n \cdot 2d\pi / \lambda)$$

【0067】このとき、図7の各条件はそれぞれ、条件1： $d \times \Delta n < \lambda / 4$ 、条件2： $d \times \Delta n = \lambda / 4$ 、条件3： $d \times \Delta n > \lambda / 4$ となる。

【0068】また、その光学応答の立ち上がり時間(τ_r)と立ち下がり時間(τ_f)がそれぞれ表示時間の $1/5$ 以下であることが望ましい。

【0069】(実施例2)図9は本発明の第2の実施例を示す液晶表示装置の断面構成図である。図9において、厚さ1.1[mm]のガラス基板(商品名：7059 コーニング社製)41上に、厚さ0.1~1.1[μm]のITO膜42をスパッタリング法を用いて形成した基板を用いる。この基板上のITO膜42をフォトリソ工程を用いて、所望のキャラクタ(文字、図形など)状に電極にエッチングする。このようにして作成した基板上と、対向基板として、同様にガラス基板41全面にITO膜42が形成された基板上にはそれぞれ、液晶配向膜(商品名：オプトマーAL4552 日本合成ゴム製)43を塗布し、230℃で焼成した後、2枚の基板を張り合わせた時にラビング方向が反平行となるようにラビング処理を行う。配向処理の終了した基板の間には、4[μm]のガラスビーズスペーサを介し(図示せず)、液晶封止層(図示せず)として4.5[μm]のガラスファイバを混入した接着性シール材をスクリー

ン印刷することにより形成し張り合わせ、真空脱気によって、これら2枚の基板間の空隙である液晶層44に液晶を注入する。ここで用いた液晶は、BL035（メルク社製： $\Delta n=0.267$ ）である。

【0070】このようにして作成した液晶セル45に、液晶表示体を構成する液晶セル45に、所定の透過率または反射率を得る信号電圧を印加する前に、少なくとも信号電圧よりもその絶対値が大きい第1予備電圧を印加する駆動電圧波形を供給する駆動電圧供給部46を設ける。47は偏光板、48は検光板、49は液晶分子のダイレクタ方向である。

【0071】ここで、表示電圧 V_{on} のみを印加した場合の光学応答特性と、この駆動電圧波形を印加した場合の光学応答特性とを図10a, bに示す。図10aはステップ電圧である表示電圧： $V_{on}=3$ [V] を印加した場合、図10bは第1予備電圧 V_H 、表示電圧 V_{on} の順で電圧を印加した場合である。この実験では、第1予備電圧 $V_H=20$ [V]、第1予備電圧 V_H の印加時間 $T_H=0.25$ [msec]、表示電圧 V_{on} の印加時間 $T_{on}=4.75$ [msec] で測定を行った。その結果、図10aに示すように、表示電圧 V_{on} のみの場合では、光学的に十分に応答しないが、図10bのように第1予備電圧 V_H 、さらに表示電圧 V_{on} を用いることで、液晶表示の光学的な応答が充分なものとなる。

【0072】ここで、第1予備電圧 V_H の印加期間 T_H は、表示信号である表示電圧 V_{on} の印加期間 T_{on} よりも短いことが必要であり、好ましくは、第1予備電圧 V_H の印加期間 T_H が表示電圧 V_{on} の印加期間 T_{on} の $1/5$ 以下であることが望ましい。

【0073】なお、本実施例において用いられた液晶の表示モードは平行配向のECBモードであるが、STN (Super twisted Nematic) 等の複屈折性を利用した表示モードであってもよく、配向制御方法もラビング法だけでなく斜方蒸着法などであっても構わない。また、本実施例では、2枚の基板の両方がガラス基板であったが、一方が半導体基板などの不透明基板であっても構わない。

【0074】（実施例3）第2の実施例によって作成された液晶セル45と同様の液晶セルを用いて、第1予備電圧 V_H と表示電圧 V_{on} の間に、第2予備電圧 V_L が存在する場合と存在しない場合との光学応答特性の比較を図11a, bに示す。図11aは第2予備電圧 V_L が存在しない場合、図11bは第2予備電圧 V_L が存在する場合である。この実験では、第1予備電圧 $V_H=20$ [V]、第2予備電圧 $V_L=0$ [V]、表示電圧 $V_{on}=3$ [V]、第1予備電圧 V_H の印加期間 $T_H=0.25$ [msec]、第2予備電圧 V_L の印加期間 $T_L=0.25$ [msec]、表示電圧 V_{on} の印加期間 $T_{on}=4.5$ [msec] で測定を行った。その結果、図11a, bに示すように、第1予備電圧 V_H と表示電圧 V_{on} を印加

する期間の間に、第2予備電圧 V_L を印加する期間を設けることによって、光学応答特性の波形に存在した鈍りが解消される。

【0075】このように、液晶表示体を構成する各絵素に、所定の透過率または反射率を得る表示電圧 V_{on} を印加する前に、少なくとも表示電圧 V_{on} よりもその絶対値が大きい第1の予備電圧 V_H を印加し、さらに少なくとも表示電圧 V_{on} よりもその絶対値が小さい第2の予備電圧 V_L を印加すると、光学的な応答速度が速くなる。

【0076】ここで、第1予備電圧 V_H の印加期間 T_H および、第2予備電圧 V_L の印加期間 T_L は、表示信号である表示電圧 V_{on} の印加期間 T_{on} よりも短いことが必要であり、好ましくは、第1予備電圧 V_H と第2予備電圧 V_L の印加期間の合計 T_H+T_L が表示信号印加期間 T_{on} の $1/5$ 以下であることが望ましい。

【0077】以上の第3の実施例において、上記した条件、 $d \times \Delta n > \lambda/2$ 、または $2d \times \Delta n > \lambda/2$ を満たす Δn を有する液晶を利用し、図12に示すように、表示を行う直前に、常に一旦モード0への分子配向を変化させる第1予備電圧 V_H を印加し、さらに第1予備電圧 V_H の印加後に1次ピークとなる電圧より低い第2予備電圧 V_L によって液晶分子を緩和させ、その後、印加される表示電圧 V_{on} によって表示する。このときに、第1予備電圧 V_H は液晶分子の配向状態を光学応答としてモード0にする必要が生じるために、少なくともモード0となる電圧 V_L が必要であるが、前述したように印加電圧が高いほど液晶分子の配向変化が高速に行われることを考えると、第1予備電圧 V_H が $V_H \geq V_L$ であれば、より高速にモード0へと液晶分子配向を遷移する。また、第2予備電圧 V_L は0 [V]に近いほど液晶分子の有するポテンシャルの落差が大きくなるために緩和の速度が速くなる。ここで、第1予備電圧 V_H および第2予備電圧 V_L は表示として用いるものではなく、それらの印加時間である T_H+T_L が不必要に長いと表示画面の劣化を招くことになるが、液晶自体の応答特性および表示品位を考慮すると、1フレーム内において印加時間 T_H+T_L の最大値が $1/5$ 以下であれば目だった劣化にはつながらないことを、本発明者らは実験的に確認している。また、その最少値については、液晶分子の配向変化が上記のように遷移できる期間印加するのが望ましいことから、液晶分子の有する各物理定数を最適化すればよい。

【0078】なお、本実施例において用いられた液晶の表示モードは、平行配向のECBモードであるが、STNなどの複屈折性を利用した表示モードであってもよく、配向制御方法もラビング法だけでなく斜方蒸着法などであっても構わない。また、本実施例では、2枚の基板両方がガラス基板であったが、1方が半導体基板などの不透明基板であっても構わない。

【0079】（実施例4）第4の実施例として、低電圧

駆動が可能となるセル構成を示す。図2のグラフでは、モード0が十分飽和しておらず、透過率がこれ以上低い値をとらないため、高いコントラスト比を得ることができない。これはバルクの分子に比べ、基板界面の分子は配向規制力を受けるために、余程高い電圧が印加されない限り配向変化は起こらない。よって、図3cに示すように、バルクの分子が立上り、基板界面分子が初期配向状態のままである。このような状態では、界面分子のリターデーションが残るために光の洩れが生じる。モード0を透過率0%付近にするためにはかなりの高電圧（数10[V]以上）が必要であり、このような表示の方法は、駆動電圧が高くなると同時にオン、オフの電圧比が大きくなることから好ましい状態ではない。

【0080】この解決策の一例としてのセル構成を図13に示す。図13において、測定に用いる駆動側液晶セル51と同等の補償側液晶セル52をラビング方向（液晶分子のダイレクタ）53が直交するように重ね、補償側のセル52のリターデーションによって、測定側の液晶セル51のリターデーションを相殺させる方法が挙げられる。ここで、54は偏光子55の偏光軸、56は検光子57の検光軸である。

【0081】この補償方法に従った第4の実施例を図14を用いて説明する。厚さ1.1[mm]のガラス基板（商品名：7059 コーニング社製）61上に、厚さ0.1~1.1[μm]のITO膜62をスパッタリング法を用いて形成した基板を用いる。このガラス基板61上のITO膜62をフォトリソ工程を用いて、所望のキャラクタ（文字、図形など）状に電極にエッチングする。このようにして作成した基板と、対向基板としてガラス基板61全面にITO膜62が形成された基板との上にはそれぞれ、液晶配向膜（商品名：オプトマーAL4552 東京応化製）63をそれぞれ塗布し、230℃で焼成した後、これら2枚の基板を張り合わせた時にラビング方向が反平行となるようにラビング処理を行う。この配向処理の終了した基板の間には、4[μm]のガラスビーズスペーサ（図示せず）を介し、液晶封止層（図示せず）として4.5[μm]のガラスファイバを混入した接着性シール材をスクリーン印刷することにより形成し張り合わせる。この時、電極は直交に、またラビング方向は反平行になるように張り合わせ、真空脱気によって、これら2枚の基板間の空隙である液晶層64に液晶を注入した。ここで用いた液晶は、BL035（メルク社製：Δn=0.267）である。

【0082】このようにして作成された液晶セル51と、同様にして作成した液晶セル52をもう1組用意する。但し後者のITO膜62は両基板ともエッチングされておらず、基板全面に付着しているものとする。この2組のうち、ITO膜62がある形状にエッチングによって特定のキャラクタが形成されたものを駆動側液晶セル51、他方を補償側液晶セル52とする。これら2枚

の液晶セル51、52を液晶分子のダイレクタ65が直行するように重ね、その空隙に充填材として屈折率および分光特性が絶縁製基板と等しい接着性樹脂66を用いて接着する。67は偏光子、68は検光子である。

【0083】このようなリターデーションの補償方法に従った時の印加電圧-光透過率特性を図15に示す。このとき、補償側の液晶セル52に印加する電圧が、測定用と補償用の液晶セル51、52を合わせた全体の電気-光学特性で透過率が最小となる電圧V1（以下、この点Cを疑似モード0と称する）である。この疑似モード0とは、補償用の液晶セル52によって低電圧側に移動したモード0である。点Dは最大の極限値を示すピーク値である。さらに、補償側液晶セル52を用いた場合の駆動電圧波形と光学応答特性、および補償側液晶セル52を用いない場合の光学応答特性と駆動電圧波形を図16a、bに示す。図16aは補償側液晶セル52を用いない場合の駆動電圧波形、図16bは補償側液晶セル52を用いた場合の駆動電圧波形である。この実験では、図16aでは、第1予備電圧VH=20[V]、第2予備電圧VL=0[V]、表示電圧Von=3[V]とし、また、図16bでは、第1予備電圧VH=6[V]、第2予備電圧VL=0[V]、表示電圧Von=2.4[V]とし、図16aおよび図16b共に、第1予備電圧VHの印加期間TH=0.25[msec]、第2予備電圧VLの印加期間TL=0.25[msec]、表示電圧Vonの印加期間Ton=4.5[msec]として測定を行った。その結果、常光成分と異常光成分の間で液晶セル51における光の道のりの差であるリターデーションを補償するリターデーション補償手段としての液晶セル52を設けたことにより、図16に示されるように、より低い駆動電圧によって同等の光学応答特性が得られる。

【0084】なお、本実施例では、駆動側セル51の基板の両方にガラス基板61を用いたが、これら2枚のうちの一方の基板がシリコン基板のような不透明基板であっても構わない。また、本実施例において用いられた液晶の表示モードは平行配向のECBモードであるが、STNなどの複屈折性を利用した表示モードであってもよく、配向制御方法もラビング法だけではなく斜方蒸着法などであっても構わない。さらに、本実施例では、補償側用液晶セル52として、駆動用液晶セル51と同等の条件によって作成された液晶セルを用いたが、1軸性または2軸性の延伸フィルムや位相差板であっても構わない。

【0085】（実施例5）第5の実施例として、図17、18および19を用いて、アクティブマトリクス方式を用いた平行配向ECBモードの場合の本発明の駆動電圧波形による具体的な駆動方法を説明する。

【0086】図17は第5の実施例におけるアクティブ素子であるTFTの製造工程を示し、図18は第5の実

施例における液晶表示装置の断面図を示し、図19は第5の実施例における液晶表示装置の平面図を示す。図17~図19に示すように、まず、ステップS1でガラスからなる絶縁性基板71上に、スパッタリング法により300[nm]の厚さのTa金属層を形成し、この金属層をフォトリソグラフィ法およびエッチングによりパターンニングを行って、ゲートバス配線72およびゲート電極73を形成する。次に、ステップS2で、プラズマCVD法により、400[nm]の厚さのSiNxからなるゲート絶縁膜74形成する。その後、ステップS3で、同様にプラズマCVD法により、半導体層75となる厚さ100[nm]のa-Si層と、後にコンタクト層76となる厚さ40[nm]のn+型a-Si層とをこの順で連続的に形成し、さらに、n+型a-Si層とa-Si層のパターンニングを行って、コンタクト層76および半導体層75を形成した。さらに、この基板上の全面に、ステップS4で、厚さ200[nm]のMo金属をスパッタ法によって形成し、このMo金属層のパターンニングを行って、ソース電極77、ドレイン電極78、さらにソースバス配線79を形成する。以上により、TFT80が完成される。

【0087】ここで、上記手法によって形成されたアクティブマトリクス基板を用いた液晶表示装置について説明する。TFT80の入力端子として機能するソース電極77には、信号線として機能するソースバス配線79が接続されている。このようにして形成されたアクティブ素子付き基板と対向基板に、厚さ1.1mmのガラス基板（商品名 7059、コーニング社製）81上に厚さ0.1~1[μm]ITO膜82をスパッタリング法によって形成した基板を用い、基板のITO膜82の表面にそれぞれ液晶配向膜（商品名 AL4552 日本合成ゴム製）83を塗布した後、230℃で焼成した。この液晶配向膜83は、両基板を張り合わせた際に、液晶分子の配向方向が反平行方向になるようラビング処理されている。これらの2枚の基板の間には、4[μm]のガラスビーズスペーサを介し、液晶封止層（図示せず）として4.5[μm]のスペーサーを混入した接着性シール剤をスクリーン印刷することによって形成し張り合わせ、真空脱気によって液晶層84に液晶を注入した。ただし、このとき、対向基板のITO膜82は、ゲートバスライン72に平行になるようにストライプ状にパターンニングされたものを用いて張り合わせる。本実施例では、上記手順に従って形成された液晶層84にメルク社製の液晶BL035（Δn=0.267）を用いた。

【0088】以上のようにして作成された液晶表示装置の入射光側に偏光子85を、出射光側に位相差板86、さらに検光子87を、この順に並べて作成した。88は画素電極である。

【0089】図20および図21は、TFTを用いたア

クティブマトリクス液晶表示装置（以下AM-LCDと称する）を、本発明による駆動電圧波形で駆動する際の具体的な電圧印加方法であり、図20は本実施例によるAM-LCDの構成の全体図であり、図21は本実施例における駆動電圧波形のタイムチャートである。図21に示すように、TFTのゲートをゲート電圧波形91によって解放し、ソース電極から画素電極に印加されるソース電圧92が表示電圧Von、TFTのゲートが解放されソース電極からソース電圧92の波形が印加される直前に、対向基板に印加されるパルス電圧である対向電圧93が第1予備電圧VHとなり、この第1予備電圧VHが印加されてから表示電圧Vonが印加されるまでの時間差に生じた電圧無印加期間が第2予備電圧VLに相当する。また、図20に示すように、液晶表示装置のマトリクス駆動が線順次走査であることから、表示する1ライン毎に対応した電圧を対向基板用ドライバーから印加するために、対向基板側の対向電極（ITO膜）94はゲートバスライン72に平行になるようにストライプ状にパターンニングすることでゲート電圧のタイミングに合わせ、線順次で第1予備電圧V_Hを印加することが可能となる。79はソースドライバーからのソースバス配線である。

【0090】図22a, bには、図17のアクティブ素子であるTFTの製造工程に従い作成された液晶セルを本発明の駆動方法を用いて駆動させた場合で、aはその駆動波形図、bはその光学応答特性図である。図22aでは、第1予備電圧VH=10[V]、第2予備電圧VL=0[V]とし、表示電圧Von=6、5、4、3、2、4[V]と変化させたもので、液晶分子の劣化を防止するために各フレーム毎に印加電圧の極性を反転させている。このように、本発明の駆動方法を用いることによって高速に応答しかつ中間調表示が可能な液晶表示装置が得られる。

【0091】ここで、図22a, bでは、フレーム反転駆動を用いた表示特性を図示したが、液晶に印加される電圧が駆動電圧全体として直流とならなければ、フレーム反転駆動に限定されない。また、図22aでは、1フレーム内における第1予備電圧VH、表示電圧Vonの極性が一致しているが、図23に示すように、この部分の極性が反転、即ち、1予備電圧VHの極性が直前のフレームの極性と一致する形でも構わない。

【0092】なお、本実施例では、アクティブマトリクス方式としてTFTを用いたが、MIM（Metal-Insulator-Metal）であつたり、シリコン基板のような不透明基板であっても構わない。また、本実施例において用いられた液晶の表示モードは平行配向のECBモードであるが、STNなどの複屈折性を利用した表示モードであってもよく、配向制御方法もラビング法だけではなく斜方蒸着法などであっても構わない。さらに、本実施例では、補償用の複屈折率物質に駆動用セルと同様な液晶

セルを用いたが、位相差を有するフィルムであったり、同様の効果が得られる物質であっても構わない。

【0093】（実施例6）第6の実施例として、液晶表示装置の背面基板にシリコン単結晶基板を用いた場合を示す。本実施例では、画素電極を駆動するスイッチングトランジスタを単結晶シリコン中に形成する。単結晶シ*

各種トランジスタの性能

		単結晶 Si	多結晶 Si	アモルファス Si
移(易)動度 ($\text{cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)	電子	1500	100	0.1 ~ 0.5
	ホール	600	50	-
トランジスタの $I_{\text{on}}/I_{\text{off}}$		$>10^8$	10^7	10^6
トランジスタの動作周波数 (CMOSシフトレジスタ)		数 GHz ($1 \mu\text{m}$ 程度)	20 MHz ($L=10, W=30 \mu\text{m}$)	5 MHz ($L=10, W=30 \mu\text{m}$)

【0095】表1より、シリコン中にトランジスタを形成すると、電流駆動能力が大きく、電流のオン/オフ比の大きいスイッチング素子が得られることが理解できる。

【0096】以上に示したように、高速応答性を有し、階調表示可能な液晶材として本発明によるネマティック液晶駆動方法を用い、単結晶シリコン層内にスイッチングトランジスタを形成することにより、動作速度の速いスイッチング素子を得ることができるので、フィールド順次方式によるカラー化が、TFTに比べより容易となる。ここで、残る課題としては、液晶表示装置の信号保持の安定化であるが、この課題の解決について以下に示す。

【0097】図24a, bに第6の実施例によるカラー液晶表示装置の単位画素領域の回路構成を示し、図24aはその平面図、図24bはaのA-A'断面図である。図24a, bに示すように、P型の単結晶シリコンをベース基板101に用い、このベース基板101上にNMOSのスイッチング回路を搭載したものである。本装置には、単位画素領域に第1のトランジスタQ1と第2のトランジスタQ2の2つのトランジスタを搭載している。各トランジスタQ1、Q2のソースQ1s、Q2sおよびドレインQ1d、Q2dはP型の単結晶シリコン層内にN型拡散層102として形成されている。各トランジスタQ1、Q2のゲート電極Q1g、Q2gはゲート絶縁膜103で全体が覆われている。本実施例では、ゲート電極Q1g、Q2gにポリシリコンを用い、ゲート絶縁膜103にはシリコン酸化膜を用いた。各トランジスタQ1、Q2はそれぞれ、ゲート電極Q1g、Q2gがベース基板101上でフィールドシリコン酸化膜104とアルミニウム電極105とで隔てられている。単位画素領域には、これら2つのトランジスタQ1、Q2とともに補助容量Csが設けられている。この補助容量Csは第2トランジスタQ2に隣接するフィー

*リコンは移動度が大きい（約 $1500 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ）ので、アモルファスシリコン薄膜TFTやポリシリコンTFTよりもはるかに優れたTFTを得ることができる。次の表1に各種トランジスタの性能を示す。

【0094】

【表1】

ルドシリコン酸化膜104中に形成されたアルミニウム電極105と、この位置に対応してシリコン層内に形成されたN型拡散層102と、これらに挟まれたフィールドシリコン酸化膜104の部分とで構成されている。

【0098】以上のゲート酸化膜（内部にゲート電極を含む）103、フィールドシリコン酸化膜104、アルミニウム電極105およびアルミニウム配線を覆って、ベース基板101表面側全面にわたって保護膜106が形成されている。この保護膜106はベース基板101上に形成されたNMOS回路を保護するためのものである。

【0099】トランジスタQ2とこのトランジスタQ2の隣に形成されているフィールドシリコン酸化膜104との間に形成されたアルミニウム電極105がフィールドシリコン酸化膜104の上にせり出して形成されている位置の保護膜106には貫通孔110が設けられている。

【0100】この保護膜106の上には単位画素電極領域毎に所定領域にわたって画素電極111が形成されているが、この画素電極111はこの貫通孔110を介して下層のアルミニウム電極105に接続され、このアルミニウム電極105を介してトランジスタQ2のドレイン電極Q2dと電気的に接続されている。

【0101】また、第1のトランジスタQ1のゲート電極Q1gは走査線112に接続され、第1のトランジスタQ1のソース電極Q1sは走査線112に交差する信号線113に接続されている。第1のトランジスタQ1のドレイン電極Q1dと第2のトランジスタQ2のゲート電極Q2gおよび補助容量Cs部のアルミニウム電極105とはフィールドシリコン酸化膜104上に形成された共通のアルミニウム電極に接続されている。

【0102】上記ベース基板101に対向配置されるガラス基板107の対向側面には全面に透明な対向電極108が形成されている。この対向電極108を覆って、

図示しない配向膜が形成されている。

【0103】このようなガラス基板107とベース基板101とが対向配置され、両基板107、101の間に液晶層109が封止されている。ガラス基板107は光入射側として使用される。本実施例では、液晶層109にBLO35（メルク社製 $\Delta n=0.267$ ）を真空脱気により注入する。また、図24a、b中には示していないが、液晶配向膜を液晶分子が平行配向するようにラビング処理を施す。また、ガラス基板107側に、液晶層の有するリターデーションにより最適化された位相差板と偏光子をこの順で設置した。

【0104】なお、本実施例において用いられた液晶の表示モードは平行配向のECBモードであるが、STN等の複屈折性を利用した表示モードであってもよく、配向制御方法もラビング法だけでなく射方蒸着法などであっても構わない。また、本実施例では、補償用の複屈折率物質に駆動用セルと同様な液晶セルを用いたが、位相差を有するフィルムであったり、同様の効果が得られる物質であっても構わない。

【0105】次に、この第6の実施例による液晶表示装置の駆動回路とその駆動方法について説明する。

【0106】図25に、図24a、bに示した第6の実施例による液晶駆動用スイッチング回路の等価回路を示す。この図25の回路図は、単位画素領域の回路構成である。図25に示すように、走査線112と信号線113との交点近傍において、第1のトランジスタQ1が両配線112、113のそれぞれに接続されている。第1のトランジスタQ1のゲートQ1gが走査線112に、第1のトランジスタQ1のソースQ1sが信号線113に接続されている。第1のトランジスタQ1のドレインQ1dには補助容量Csの一端と、第2のトランジスタQ2のゲートQ2gが接続されている。一方、第2のトランジスタQ2のソースQ2sは電源に接続され、第2のトランジスタQ2のドレインQ2dは画素電極111に接続されている。第1のトランジスタQ1はゲートQ1gの電位とドレインQ1d電位とがほぼ直線的な関係を示す性能を有する。第1のトランジスタQ1はデータ信号を第2のトランジスタQ2に供給するので、オフ時のリーク電流が少ないことが望ましい。補助容量Csは第1トランジスタQ1のデータ信号を保持する働きをする。第2のトランジスタQ2は液晶層109に電圧を印加するためのトランジスタである。この液晶層109に直接電圧を供給するので、液晶層109のスイッチングに必要な電圧に相当する耐圧が必要である。

【0107】上記構成により、最初に、信号線113にデータ信号を入力し、1番目の走査線112に走査信号を印加して走査線112上の画素電極領域の第1のトランジスタQ1をオンすると、各1トランジスタQ1にデータ信号が順次印加されて行く。同時に、対応する補助容量Csにこのデータ信号が保持される。第1のトラン

ジスタQ1は走査信号電圧に対して直接的な関係で電源電圧を制御できる特性を有するので、その走査信号電圧に対応したデータ信号電圧が液晶層109に印加されることになる。ここで、液晶層109に印加された電圧は補助容量Csに保持された電圧で制御されるが、この電圧は次のフィールドまで維持されるので、液晶層109には常時一定の電圧が維持され続けることになる。この第2のトランジスタQ2のオン状態は、第1のトランジスタQ1がオフしても、次に、第1のトランジスタQ1がオンされるまでそのまま保持される。第2のトランジスタQ2は常に補助容量Csからのデータ信号電圧に従った電圧を液晶層109に供給し続けることになる。ここで、画面全面にわたって第1のトランジスタQ1を高速に走査可能であり、ほぼ同時に画面全体の表示を書き換えることができる。

【0108】以上のように本実施例に従ったシリコン基板を背面基板に用いた液晶表示装置を用いることにより、フィールド順次方式によって駆動可能な光変調素子が得られる。このとき、入射した光は間に偏光素子を介することなく液晶層を2度通過するため、このとき、液晶層は、 $\Delta n \cdot d > \lambda/4$ （望ましくは高速応答性の条件も備えた $\Delta n \cdot d > 3\lambda/4$ ）という条件を満足するように液晶セル厚（d）、および液晶分子の屈折率異方性（ Δn ）を調節する必要が生じる。

【0109】また、上記手段によって形成された液晶電子装置を図26a、bに示す光学系に用いることで、フィールド順次方式により駆動可能な投射型液晶表示装置が構成可能である。以下、投射型液晶表示装置の表示方式について説明する。

【0110】図26a、bに示すように、ビームスプリッタプリズム121は、2つのプリズム122、123の斜面を組み合わせてなり、対向する斜面124で無偏光の光をS波偏光aとP波偏光bとに分離する。そして、この偏光aを反射型液晶表示素子125に、偏光bを液晶表示素子126に向けて出射する。さらに、ビームスプリッタプリズム121は、反射型液晶表示素子125から反射して戻ってきた偏光aを透過させ、また、反射型液晶表示素子126から反射して戻ってきた偏光bを斜面124において反射させて、これにより、両偏光a、bを位置合わせした状態でC方向に出射する。この出射光は、拡大レンズ127を介して表示面128に投影される。

【0111】この図26aの光学系において、光選択手段129を図26bの光源130の前に、紫外線カットフィルタ131、さらに赤、緑、青のカラーフィルタを具備した回転体132を設置している。133はレンズである。

【0112】図27には、液晶表示素子や光選択手段129の走査時間などに関するタイムチャートを示している。図27に示すように、上記光変調素子である2つの

反射型液晶表示素子125, 126の駆動と光選択手段129の回転体132を透過して出射される透過光とを同期させることによって、フィールド順次駆動が実現できる。

【0113】なお、光学部材としては、このビームスプリッタプリズム121に限らず、無偏光をS波偏光、P波偏光に分離でき、かつ2つの反射型液晶表示素子125, 126から反射されて戻ってきた画像情報を持つこれら両偏光を、位置合わせして出射することができる構成に、複数のダイクロイックミラーを組み合わせたものを使用することも可能であり、光源にしても赤、緑、青など単色光源を複数個用意し、液晶表示装置の駆動に同期させて光源を切り替えることも可能である。

(実施例7) 第7の実施例として、第6の実施例における単位画素領域の回路構成の等価回路の一例を図28に示す。図28に示すように、データ信号は、トランジスタTr1とトランジスタTr2を介して第1保持用容量CH11と第1保持用容量CH12の一方の電極に供給されるようになっている。また、これら第1保持用容量CH11と第1保持用容量CH12の一方の電極は、それぞれトランジスタTr3とトランジスタTr4を介して共通の第2保持用容量CH2の一方の電極に接続されている。このように、第1保持用容量CH11と第1保持用容量CH12をトランジスタTr3、Tr4のみを介して直接第2保持用容量CH2に接続すると、第1保持用容量CH11と第1保持用容量CH12の電荷は第2保持用容量CH2に分配されることになる。したがって、電圧劣化による影響を避けるためには、トランジスタTr1~Tr4が同時にオンとならないようにタイミングを配慮すると共に、第1保持用容量CH11と第1保持用容量CH12の容量に比べ第2保持用容量CH2の容量を十分に小さくしておく必要がある。

【0114】上記第2保持用容量CH2と画素容量CPの一方の電極は、それぞれトランジスタTr6とトランジスタTr7を介して接地電源線141に接続されている。また、この図28の回路構成では、第1保持用容量CH11、第1保持用容量CH12および第2保持用容量CH2の他方の電極も接地電源線141に接続することにより、これらの基準電圧をGNDレベルとしている。

【0115】上記第2保持用容量CH2の一方の電極は、トランジスタTr5のゲート端子に接続され、このトランジスタTr5のソース端子が画素容量CPの一方の電極に接続されている。このトランジスタTr5は、ドレイン端子が高電圧電源線142に接続され、また、画素容量CPの他方の共通電極がコモン電源線143に接続されていることから、電圧ホロワ回路によるバッファアンプ回路を構成している。

【0116】上記構成により、画素は、負極第1走査信号a1がアクティブになるとトランジスタTr1がオンとなり、データ信号が第1保持用容量CH11に供給さ

れ、次に負極第2走査信号a2がアクティブになるとトランジスタTr3がオンになり、第2保持用容量CH2に電荷が分配される。また、正極第1走査信号b1がアクティブになると、トランジスタTr2がオンとなり、データ信号が第1保持用容量CH12に供給され、次に、正極第2走査信号b2がアクティブになると、トランジスタTr4がオンとなり、第2保持用容量CH2に電荷が分配される。さらに、リフレッシュ信号c1は、これ以前にアクティブとなり、トランジスタTr6とトランジスタTr7をオンにして、第2保持用容量CH2と画素容量CPのディスチャージを行っておくようになっている。すると、電荷を分配された第2保持用容量CH2の電圧に応じてトランジスタTr5が高電圧電源線142から画素容量CPに電流を供給して充電を行う。そして、この画素容量CPの電圧が第2保持用容量CH2の電圧よりもトランジスタTr5の閾値電圧だけ低い電圧となるまで充電され、以降、リーク電流により減少する電荷を補うことにより、この画素容量CPの電圧を維持することができる。この回路構成ではトランジスタTr3またはトランジスタTr4をアクティブとすることにより、第1保持用容量の電荷が第2保持用容量に充電され、同時に、その信号(電荷)に従って電圧がトランジスタTr5に印加され、液晶に電圧が供給される。このようなシリコン基板を、実施例6で示した投射型液晶表示装置の光変調素子部の背面基板として用いることによって、フィールド順次カラー方式がより容易に実現可能となる。

【0117】ここで、第2の実施例または第3の実施例において説明した液晶表示駆動波形は、上記リフレッシュ信号c1の印加後に液晶に印加する。このとき、図12の第1予備電圧V₁と第2予備電圧V₂は全画面同時に印加するのが望ましく、したがって、第2予備電圧V₂の印加後の表示信号の表示電圧V₀を印加するまでの期間は短いことが望ましい。本実施例では、上記期間をほぼ0とすることが可能であり、これにより、画面内の表示のムラを無くすることが可能となる。

【0118】なお、本実施例では、図28のような回路構成を用いたが、これと同等の効果が得られるのであれば、この回路構成に限定されることはない。

【0119】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、液晶層の厚さをd、常光と異常光の屈折率差をΔn、表示用照射光の波長をλとすると、 $d \times \Delta n > \lambda / 2$ の印加電圧-透過率特性における光透過率大と光透過率小との印加電圧間で、光学的なオン、オフを行うように、フィールド順次方式により絵素に印加電圧を印加して駆動するため、液晶分子としての変位は微小であっても光学的には液晶表示の十分な応答を得ることができる。

【0120】また、所定の透過率または反射率を得る信号電圧を絵素に印加する前に、少なくとも信号電圧より

もその絶対値が大きい第1予備電圧を絵素に印加する駆動電圧波形を供給すれば、液晶表示の光学的な応答を充分なものとする事ができる。また、第1予備電圧と信号電圧を印加する期間の間に、第2予備電圧を印加する期間を設ければ、光学応答特性の波形に存在していた鈍りが解消されて、光学的な応答速度を速くすることができる。

【0121】さらに、常光成分と異常光成分の間で両基板および液晶部における光の道のりの差であるリターデーションを補償するリターデーション補償手段を設ければ、より低い駆動電圧によって同等の光学応答特性を得ることができる。

【0122】さらに、液晶電子装置の一方基板にシリコン単結晶基板を用い、絵素を駆動するトランジスタを単結晶シリコン中に形成すれば、単結晶シリコンは移動度が大きいため、例えばアモルファスシリコン薄膜TFTやポリシリコンTFTなどに比べてはるかに優れたTFTを得ることができる。

【0123】上記に従い液晶電子装置を駆動することによって、高速に応答する光変調素子を得ることができ、フィールド順次駆動可能な投射型液晶表示装置や光演算装置などの空間光変調素子も得ることができる。また、例えばCCDと本発明の高速光変調素子を組み合わせれば、CCDの1画素で赤、緑、青の信号が検出できることとなるため、小型高精細なCCD素子を得ることが可能になる。

【0124】このように、高速応答性を有し、かつ中間調表示の可能な液晶表示モードが実現するため、フィールド順次駆動可能なカラー液晶表示装置などの液晶電子装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す液晶電子装置の構成図である。

【図2】図1の液晶電子装置における、条件 $d \times \Delta n > \lambda / 2$ の関係を満足する平行配向ECBモードの印加電圧-光透過率特性図である。

【図3】駆動印加電圧による平行配向ECBモードの液晶分子の挙動図である。

【図4】液晶分子が傾いたときの見かけ上の $d \times \Delta n$ を説明するための図である。

【図5】図1の液晶電子装置における平行配向ECBモードの液晶セルの構成図である。

【図6】図1の液晶電子装置における出力光強度 I_o とリターデーション($d \times \Delta n$)の関係を示すグラフである。

【図7】リターデーション($d \times \Delta n$)と照射光の波長との各条件における印加電圧-透過率特性図である。

【図8】図1の液晶電子装置における平行配向ECBモードの液晶セルの構成図である。

【図9】本発明の第2の実施例を示す液晶表示装置の構

成図である。

【図10】aは表示電圧 V_{on} のみを液晶セルに印加して駆動した場合の駆動電圧波形および光学応答波形図、bは第2の実施例における駆動電圧波形を液晶セルに印加して駆動した場合の駆動電圧波形および光学応答波形図である。

【図11】aは第2の実施例における第1予備電圧 V_H と表示電圧 V_{on} の間に、第3の実施例における第2予備電圧 V_L が存在しない場合の駆動電圧波形および光学応答波形図、bは第2の実施例における第1予備電圧 V_H と表示電圧 V_{on} の間に、第3の実施例における第2予備電圧 V_L が存在する場合の駆動電圧波形および光学応答波形図である。

【図12】本発明の第3の実施例における駆動電圧波形の構成図である。

【図13】本発明の第4の実施例を示す液晶表示装置における液晶セルの構成図である。

【図14】本発明の第4の実施例を示す液晶表示装置の液晶セルの断面構成図である。

【図15】図14の補償用液晶セルを用いた場合の印加電圧-光透過率特性図である。

【図16】aは本発明の第3の実施例である、補償側液晶セルを用いない場合の光学応答特性および駆動電圧波形図、bは本発明の第4の実施例である補償側液晶セルを用いる場合の光学応答特性と駆動電圧波形図である。

【図17】本発明の第5の実施例における液晶表示装置のTFT製造工程を示すフローチャートである。

【図18】本発明の第5の実施例における液晶表示装置の断面図である。

【図19】本発明の第5の実施例におけるTFT基板を用いた液晶表示装置の平面図である。

【図20】本発明の第5の実施例におけるTFTを用いたAM-LCDの概略構成図である。

【図21】図20のAM-LCDにおける駆動電圧波形のタイムチャートである。

【図22】図17のアクティブ素子であるTFTの製造工程で作成された液晶セルを本発明の駆動方法を用いて駆動させた場合で、aはその駆動波形図、bはその光学応答波形図である。

【図23】図22aにおける第1予備電圧 V_H 、表示電圧 V_{on} の極性が反転する場合の駆動波形図である。

【図24】本発明の第6の実施例によるカラー液晶表示装置のシリコン基板の単位画素領域の平面図、bはaのA-A'断面図である。

【図25】図24の単位画素領域の回路構成を示す等価回路図である。

【図26】aは図24の回路構成を有したシリコン基板を背面基板に用いた光変調素子によって構成された投射型液晶表示装置の構成図、bはaの投射型液晶表示装置に用いられた光選択手段の一例を示す構成図である。

31

【図27】液晶表示装置の走査時間等に関するタイムチャートおよび照射光の関係を示す図である。

【図28】本発明の第6の実施例における単位画素領域の回路構成の一例を示す等価回路図である。

【図29】従来の3板式投射型液晶表示装置の光学系を示す構成図である。

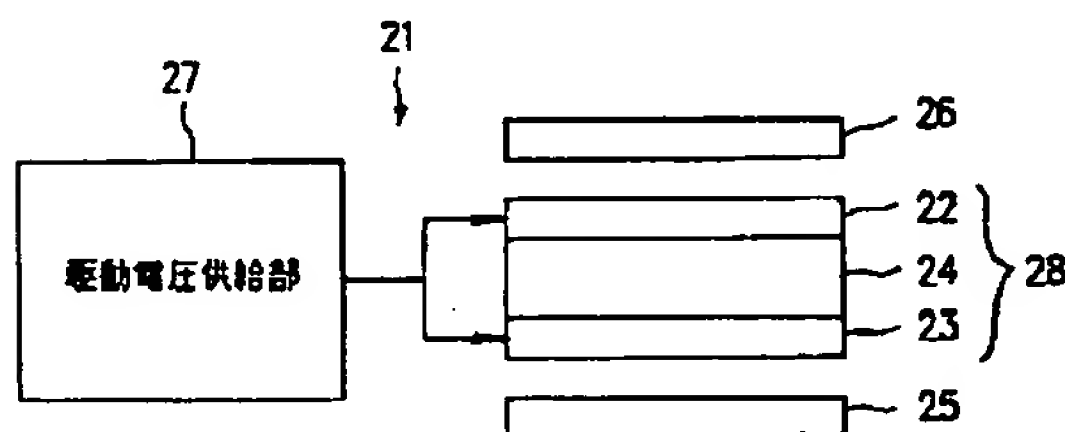
【図30】従来の液晶表示装置におけるTNモードの光透過率応答特性図である。

【図31】従来の液晶表示装置における駆動印加電圧と光透過率の関係を示す図である。

【符号の説明】

21 液晶電子装置
22, 23 基板部
24 液晶部
25, 55, 67, 85 偏光子
26 駆動電圧供給部
28, 45 液晶セル
41, 61, 81, 107 ガラス基板
44, 64, 84, 109 液晶層

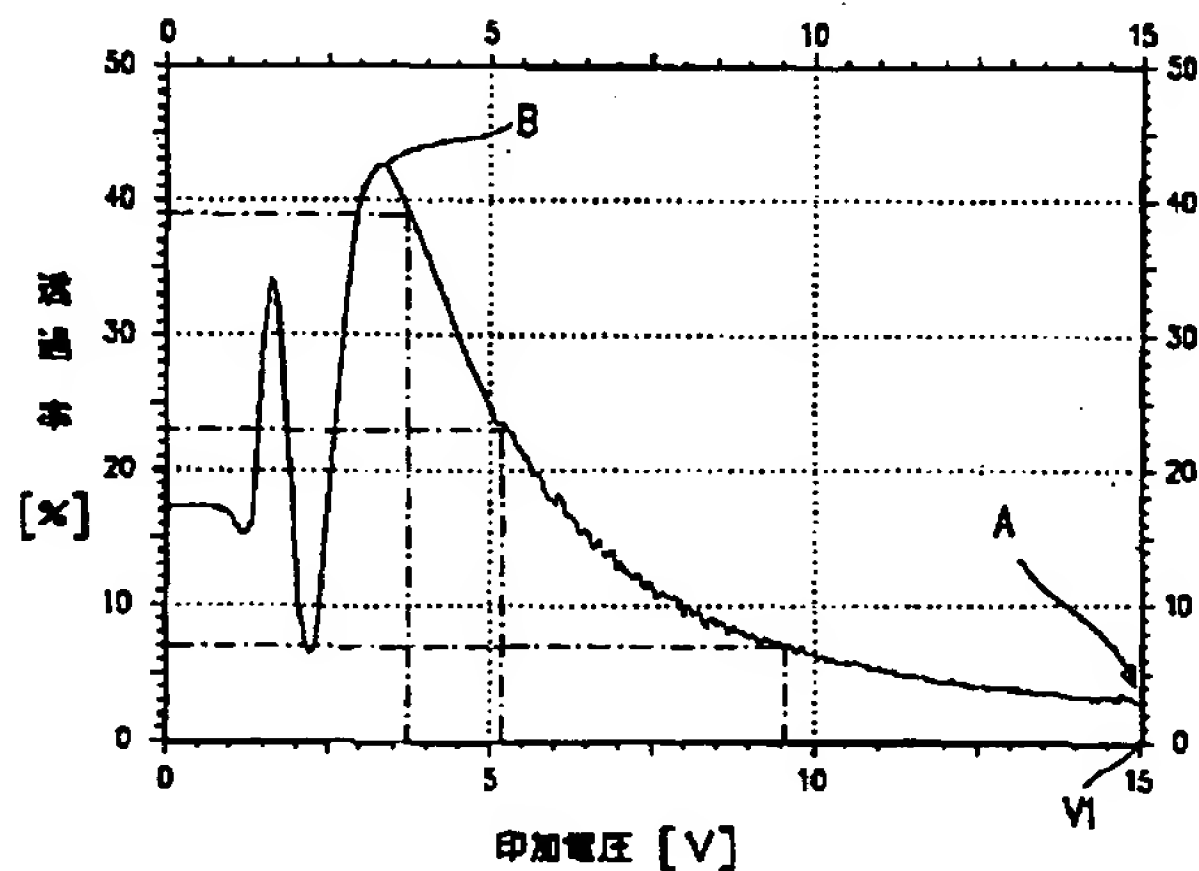
【図1】



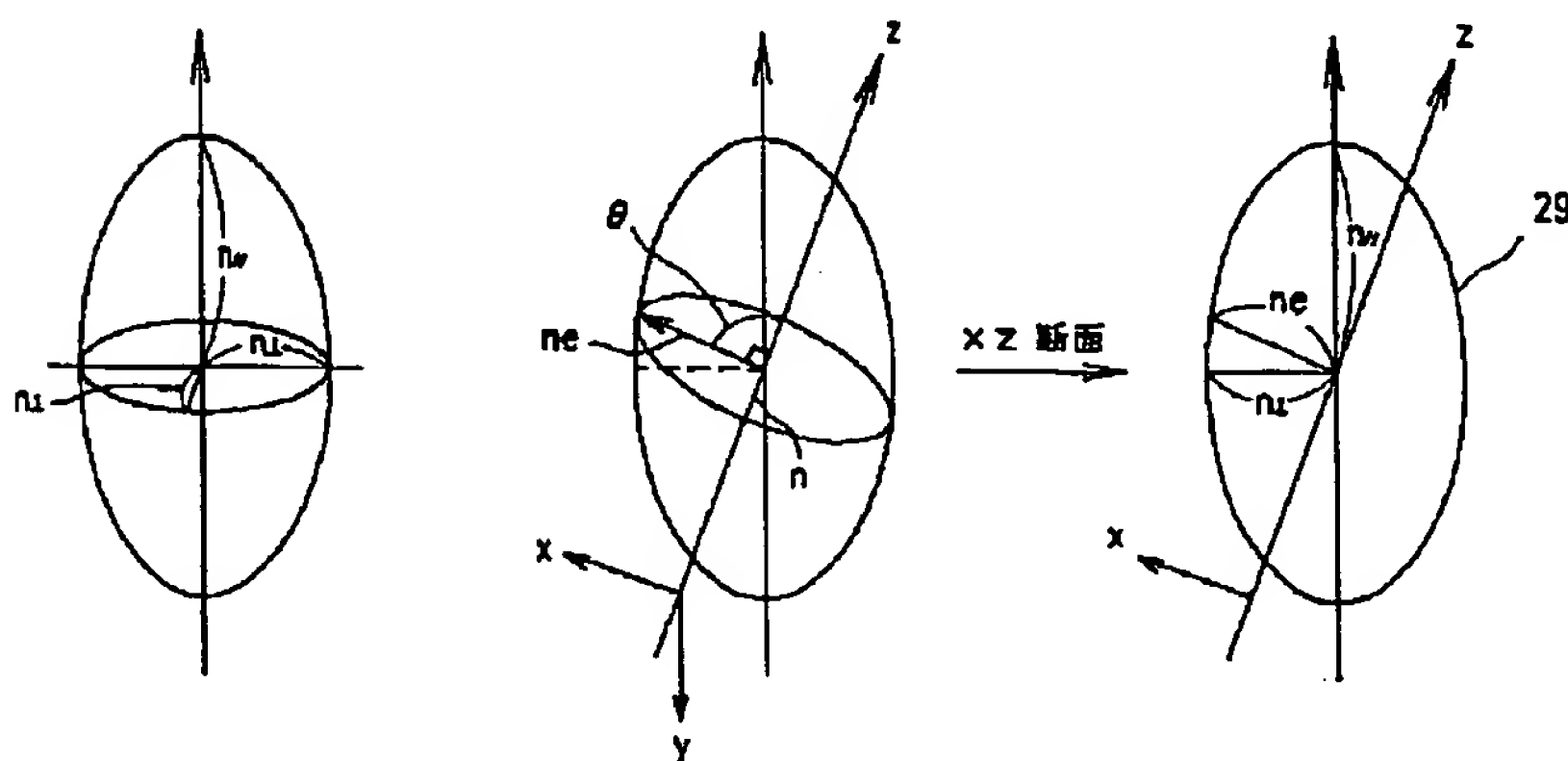
32

46 駆動電圧供給部
47 偏光板
51 駆動側液晶セル
52 補償側液晶セル
71 絶縁性基板
80 TFT
86 位相差フィルム
88, 111 画素電極
91 ゲート電圧波形
10 92 ソース電圧波形
93 対向電圧波形
101 単結晶シリコンベース基板
112 走査線
113 信号線
125 反射型液晶表示素子：S波成分用
126 反射型液晶表示素子：P波成分用
129 光選択手段
Q1 第1のトランジスタ
Q2 第2のトランジスタ

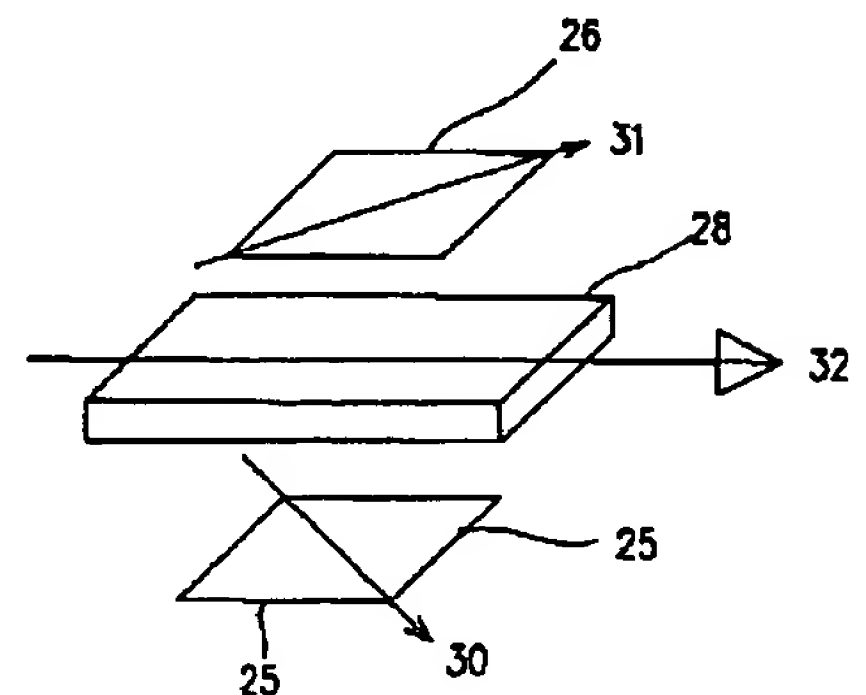
【図2】



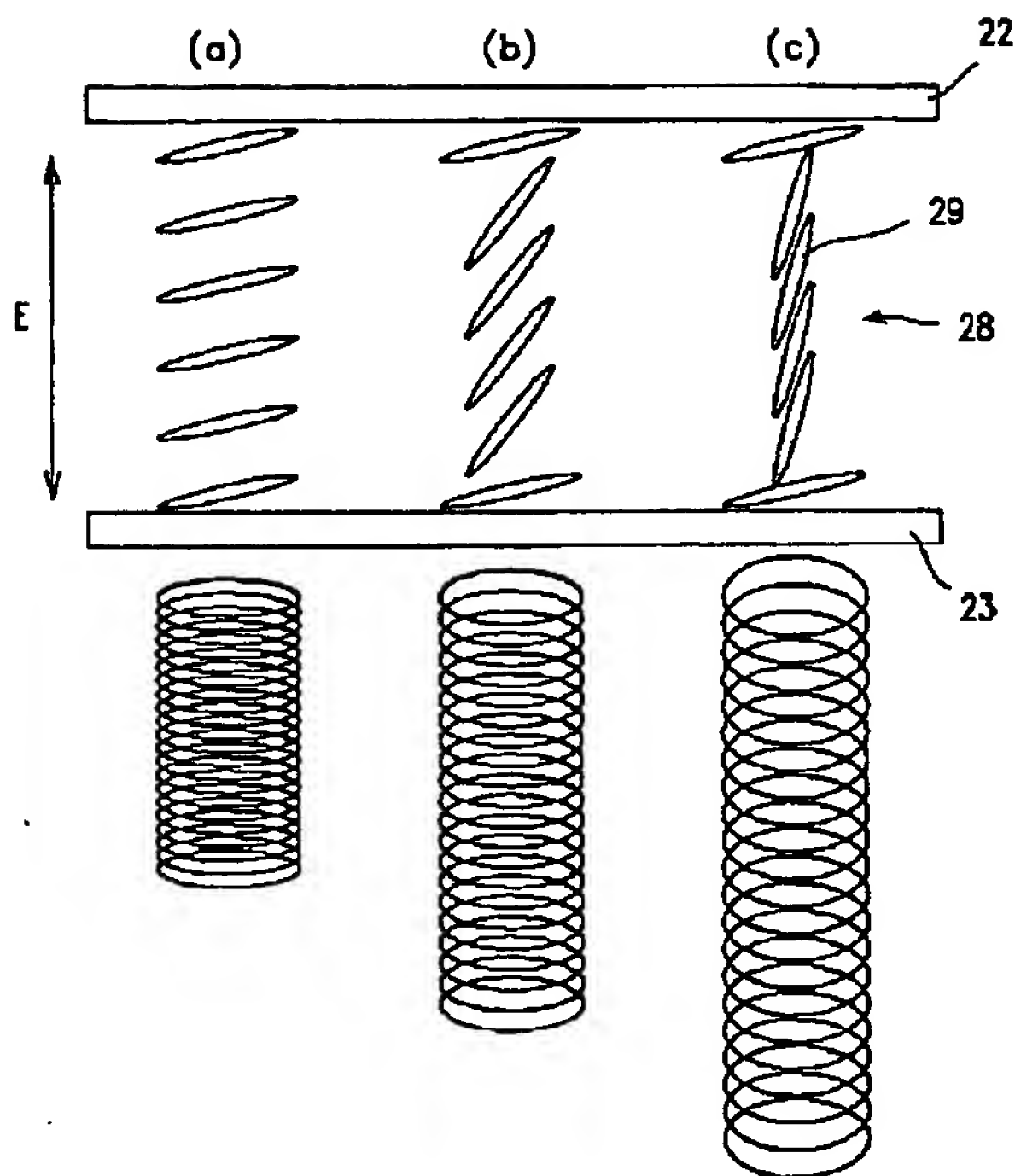
【図4】



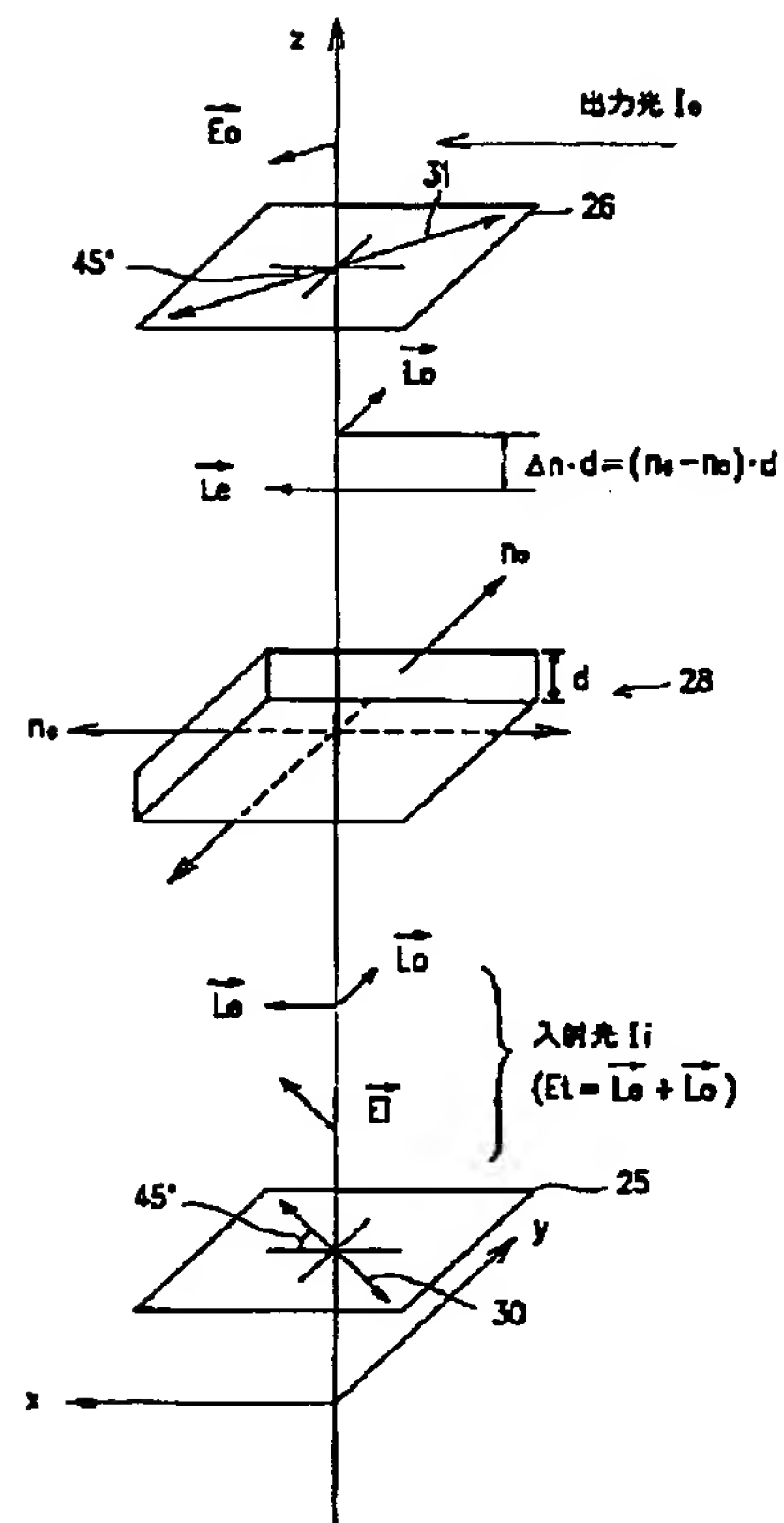
【図8】



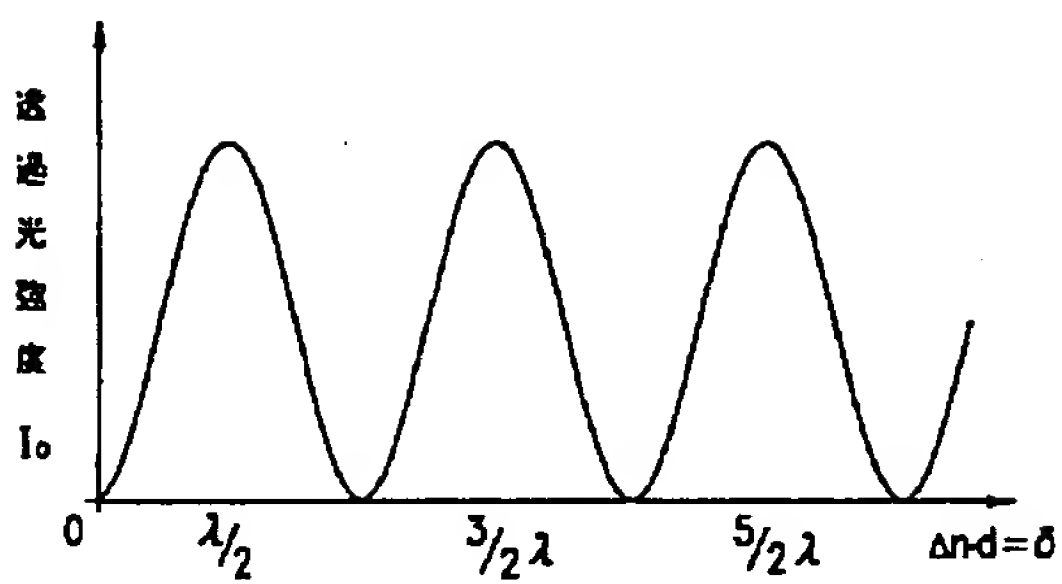
【図3】



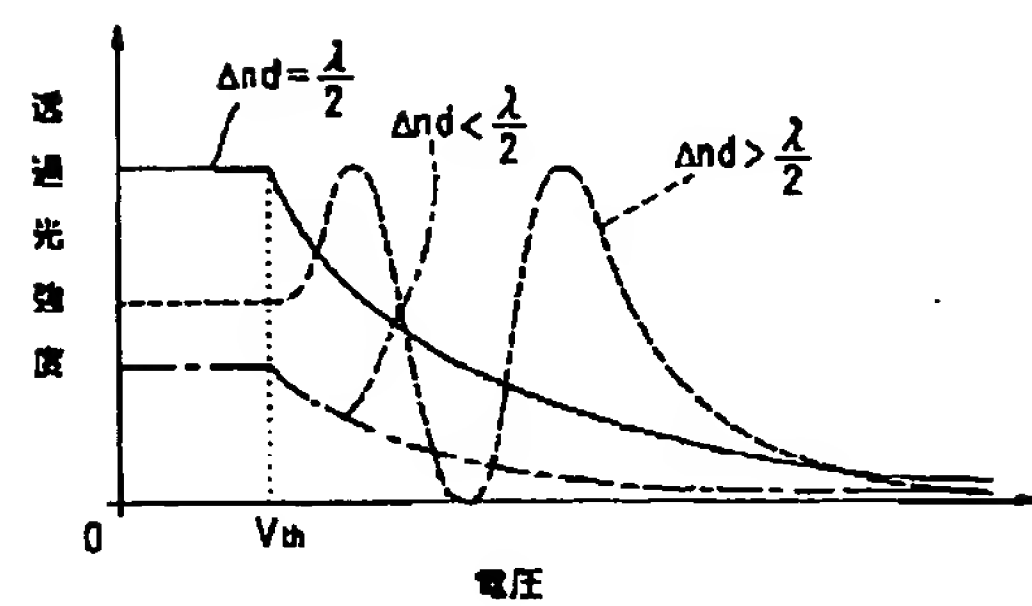
【図5】



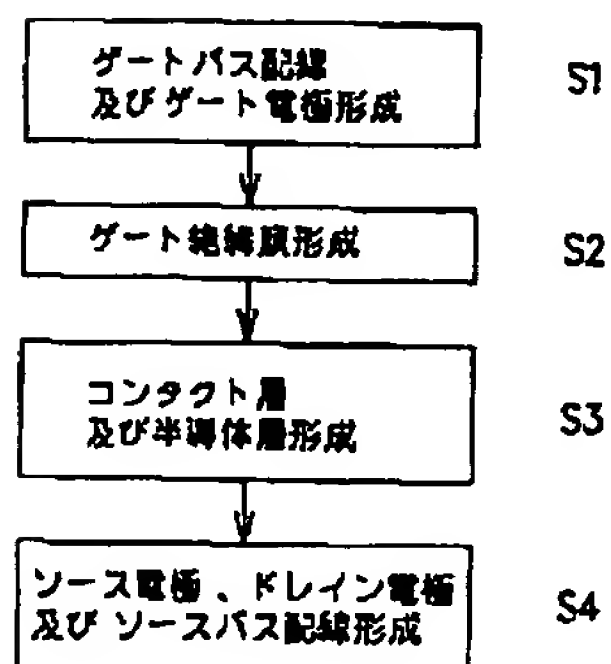
【図6】



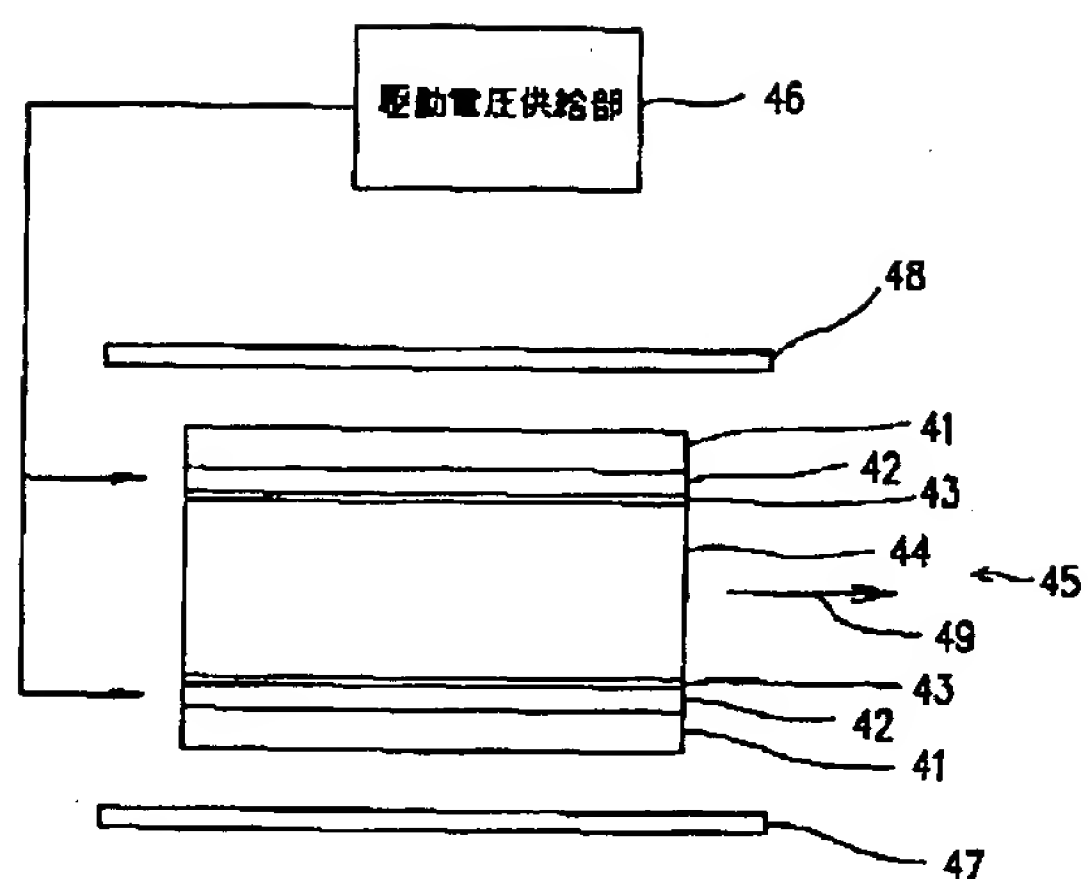
【図7】



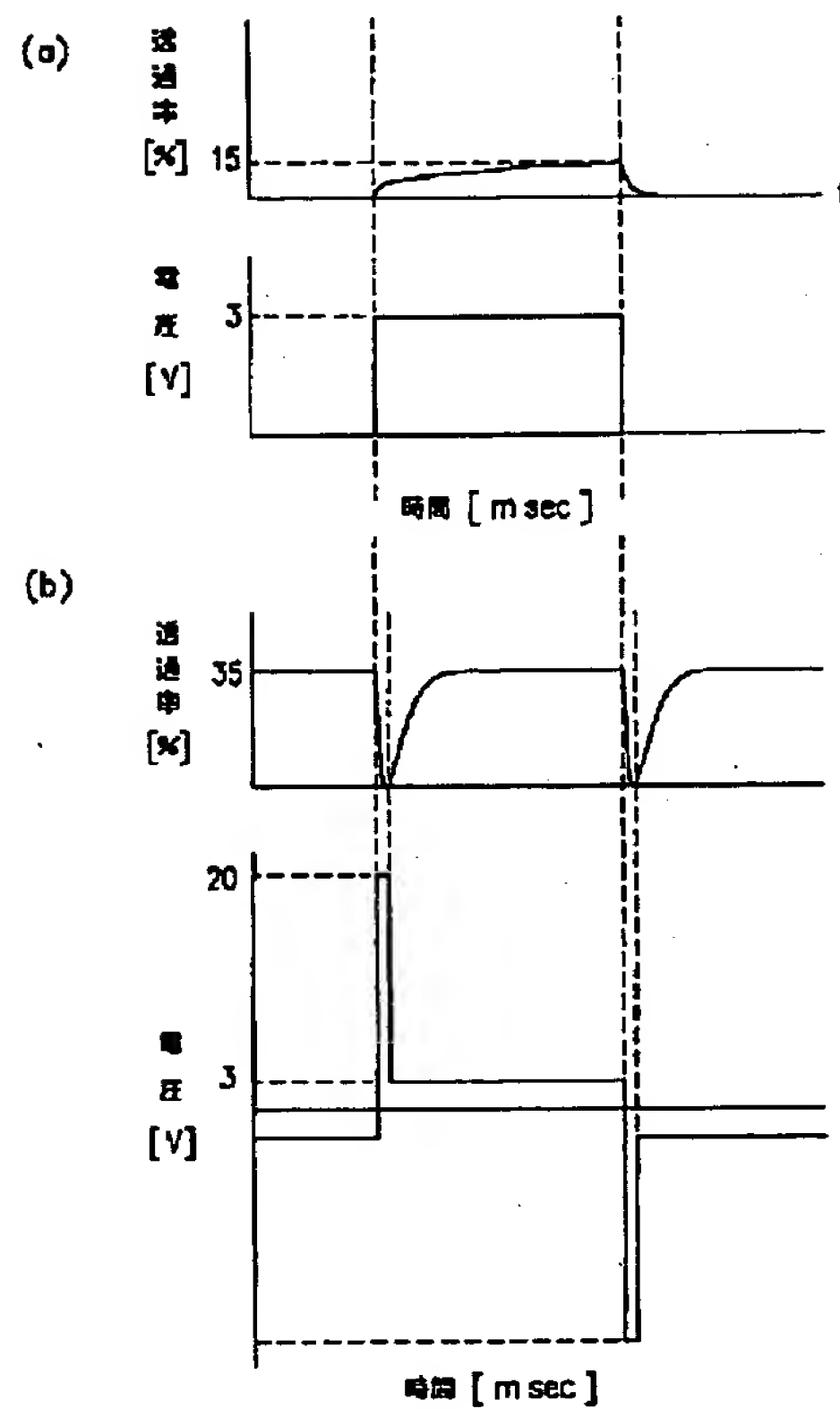
【図17】



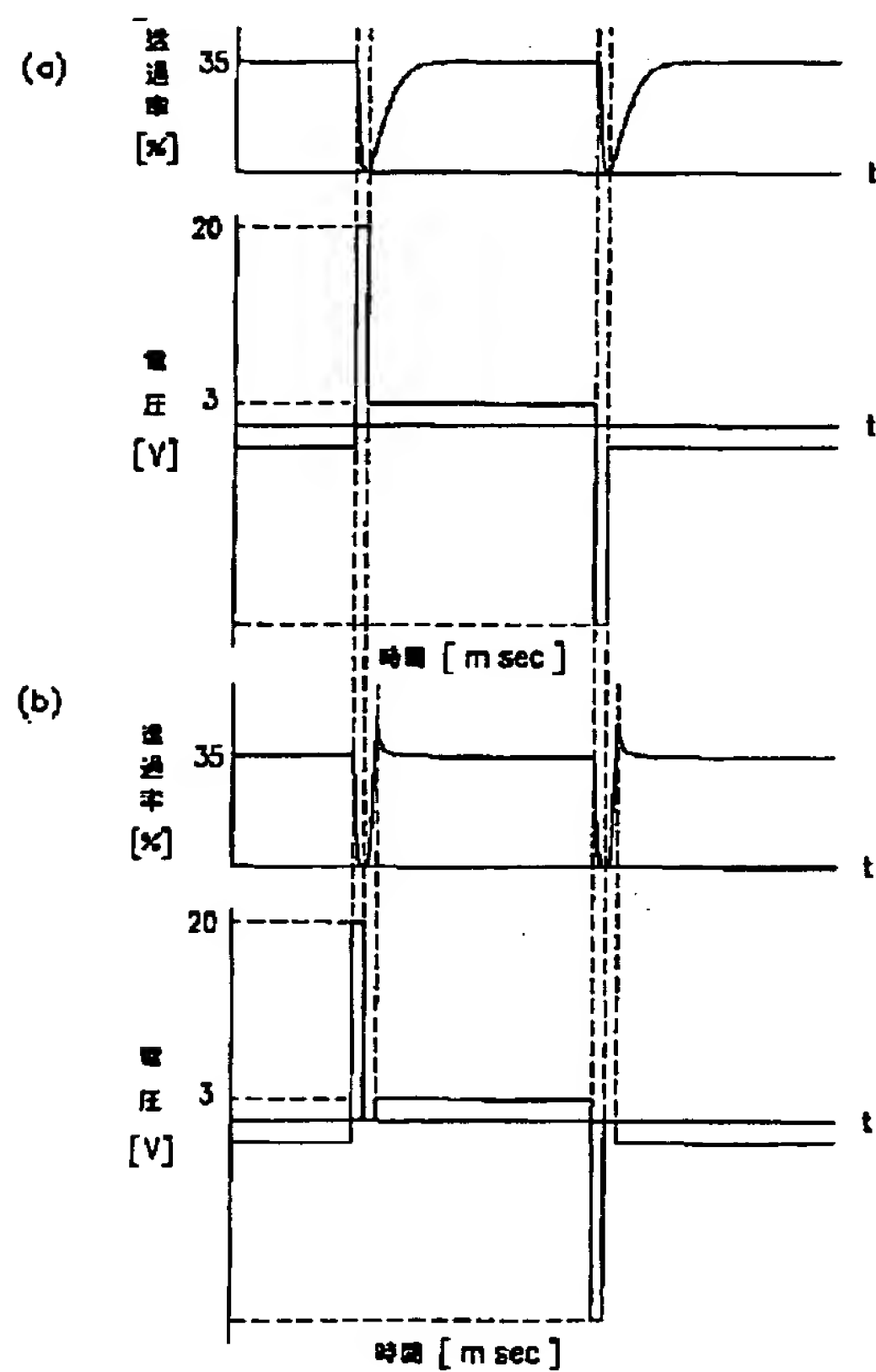
【図9】



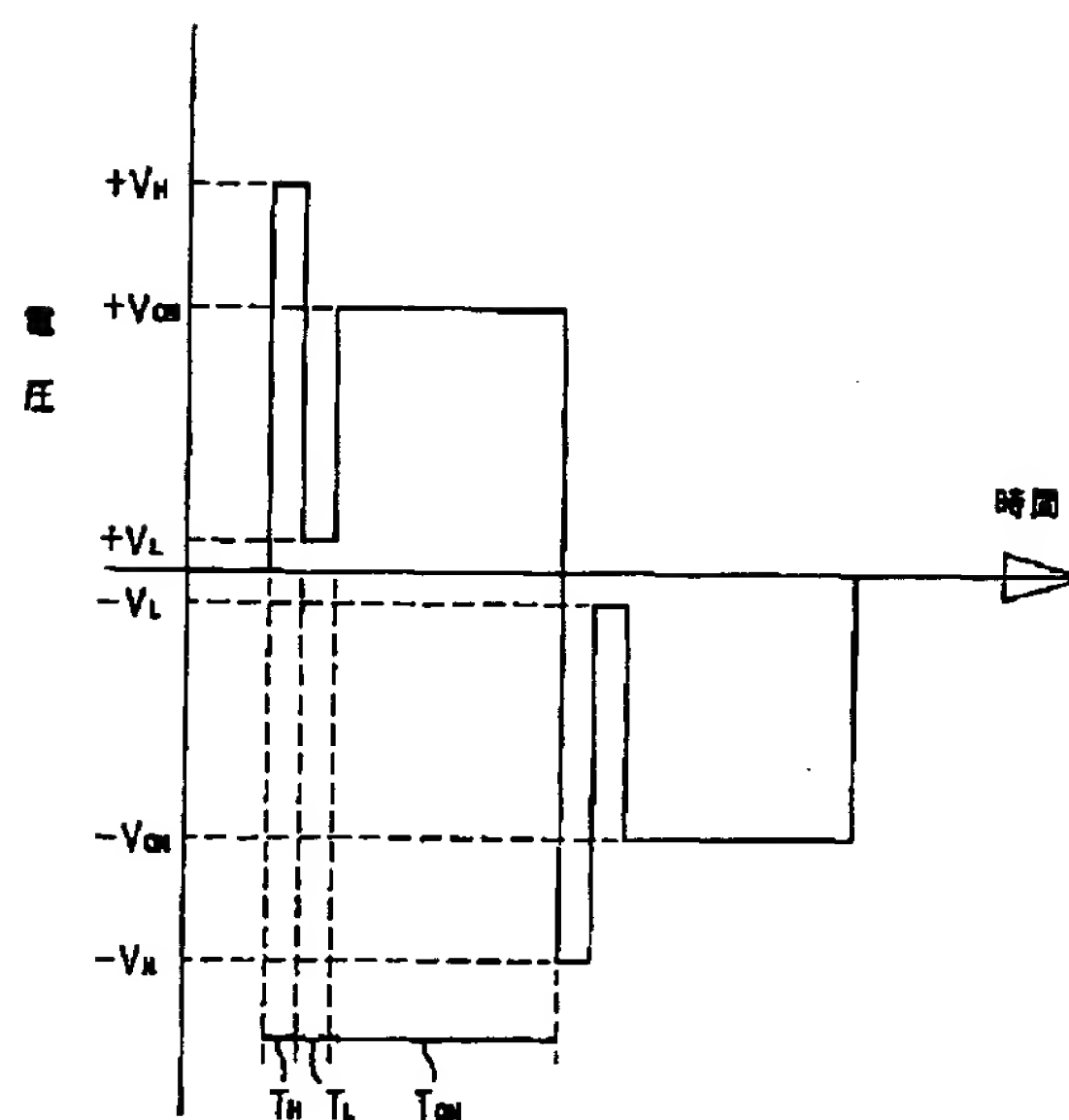
【図10】



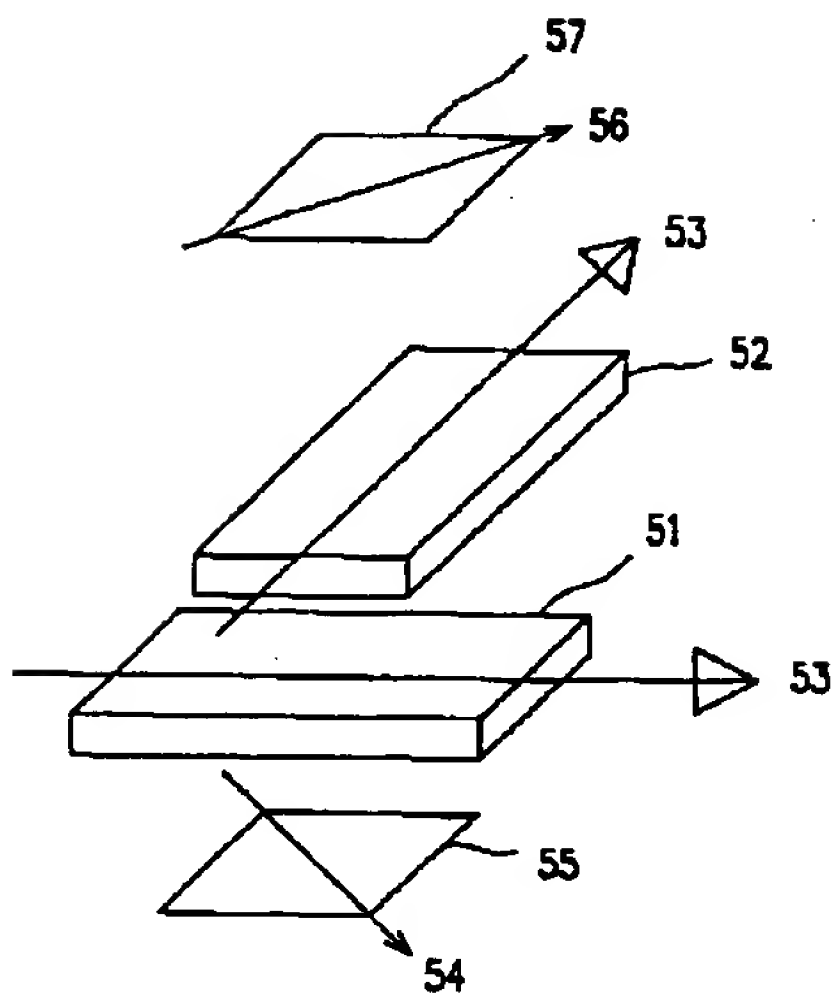
【図11】



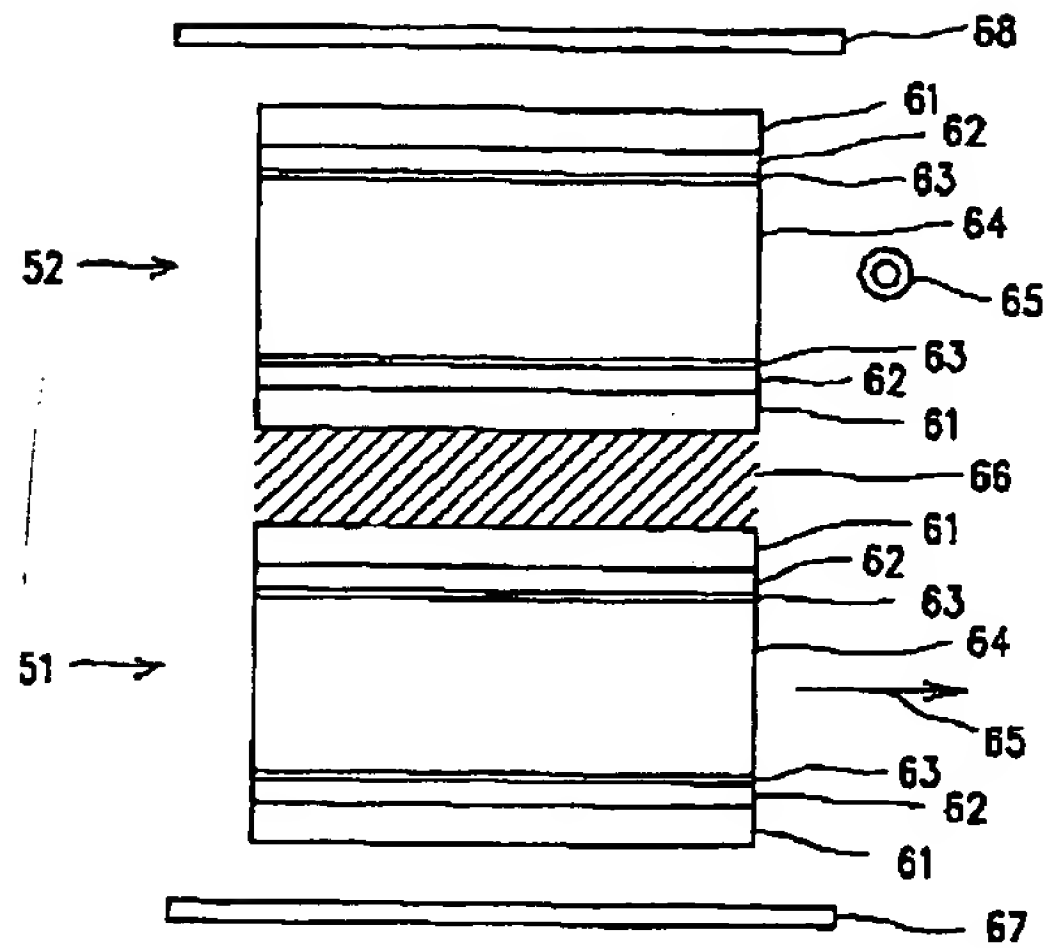
【図12】



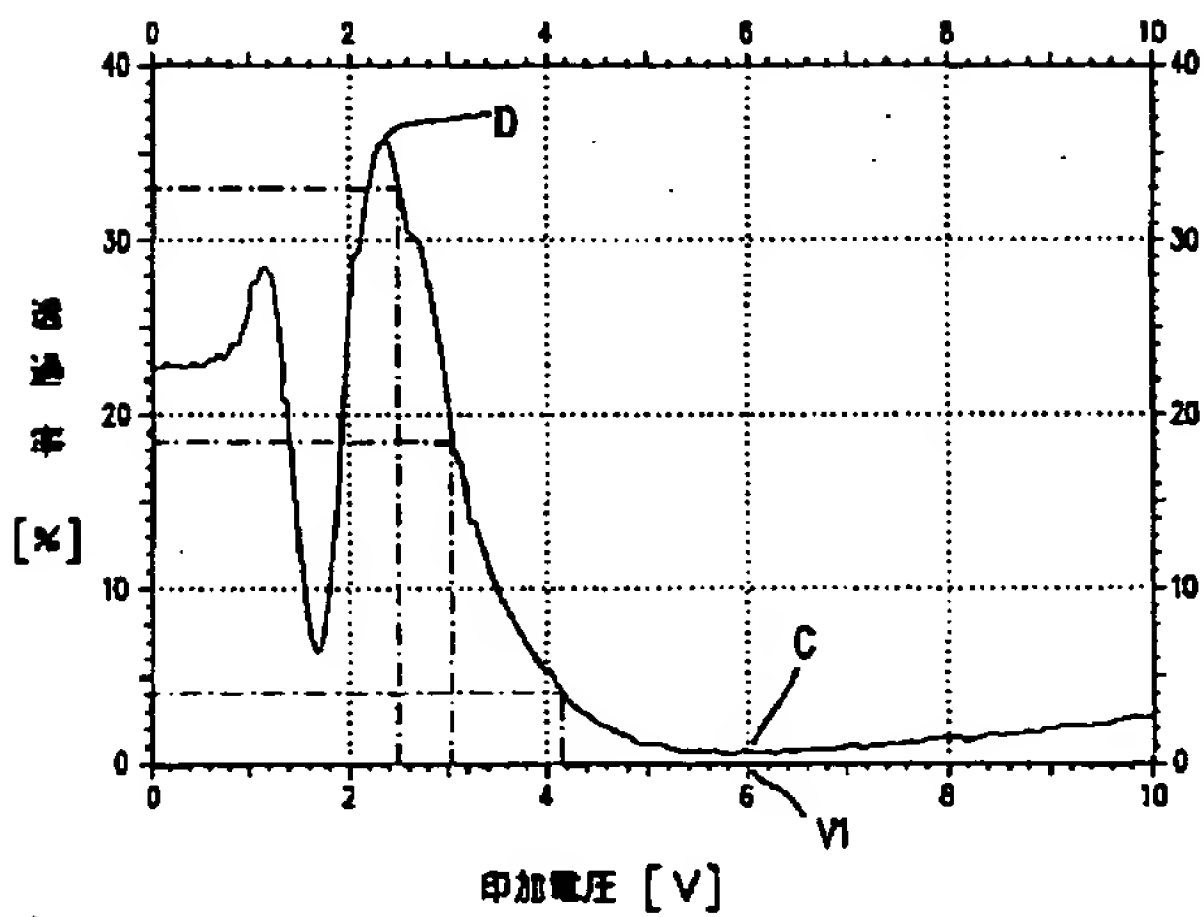
【図13】



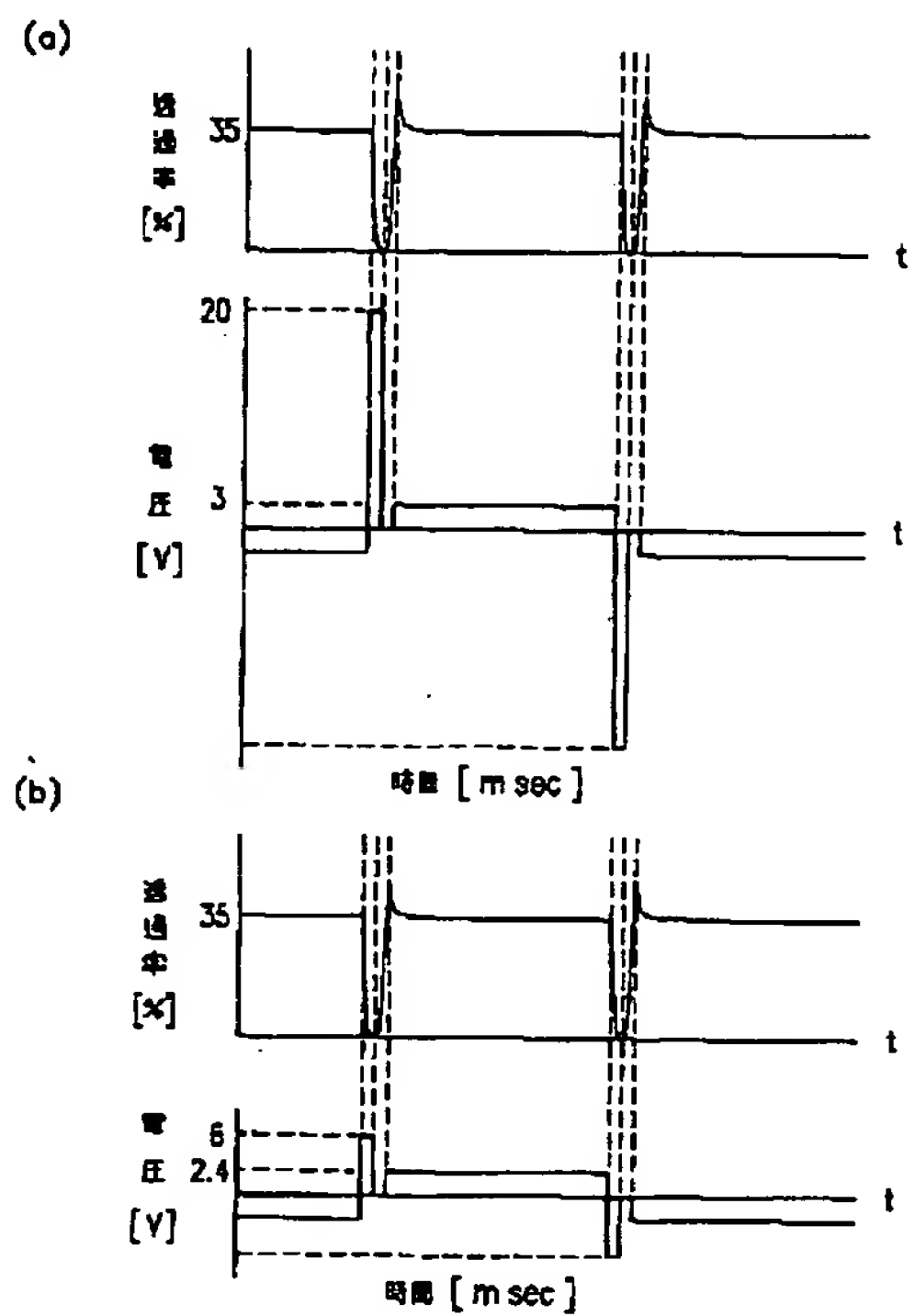
【図14】



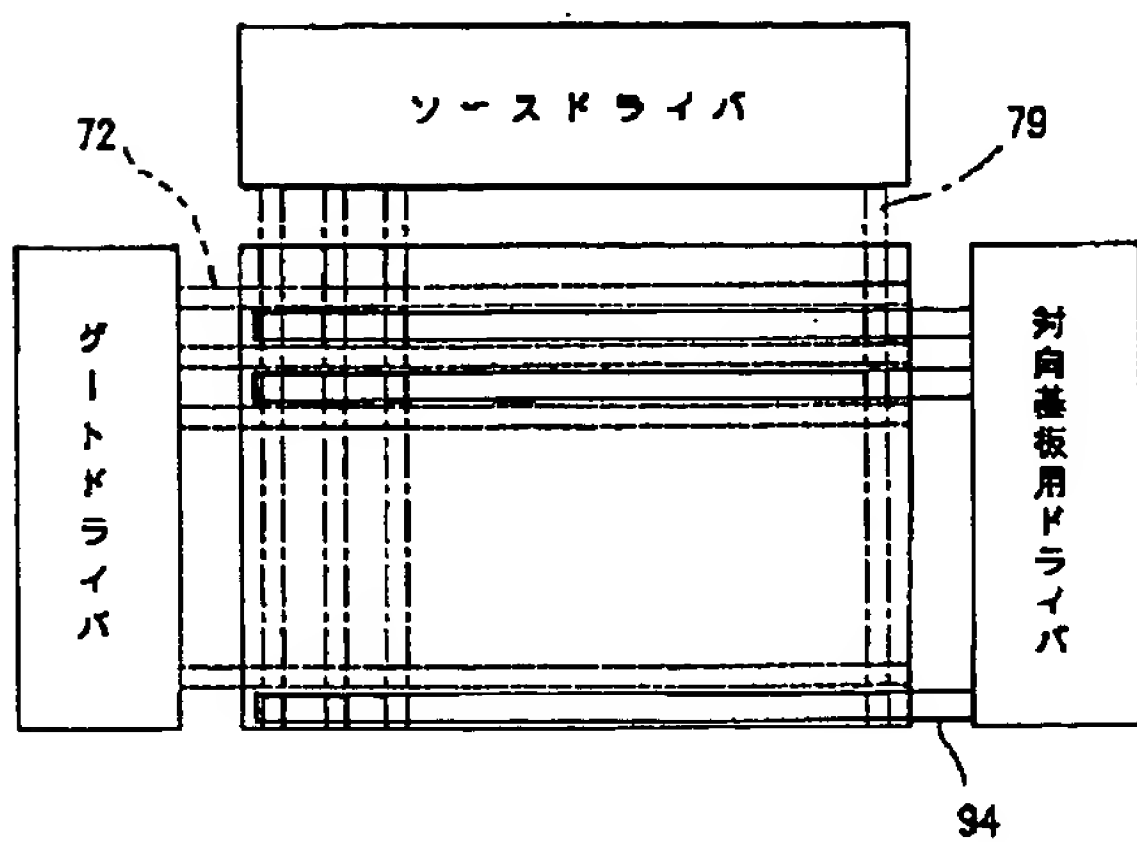
【図15】



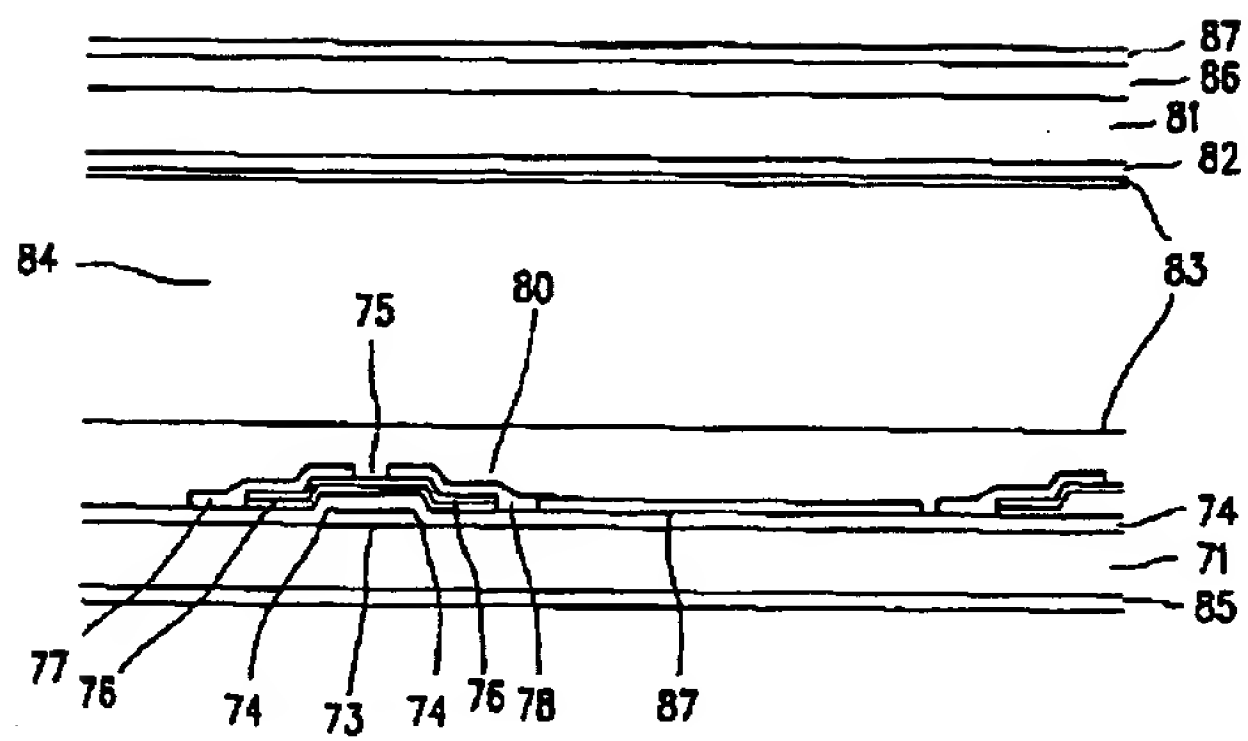
【図16】



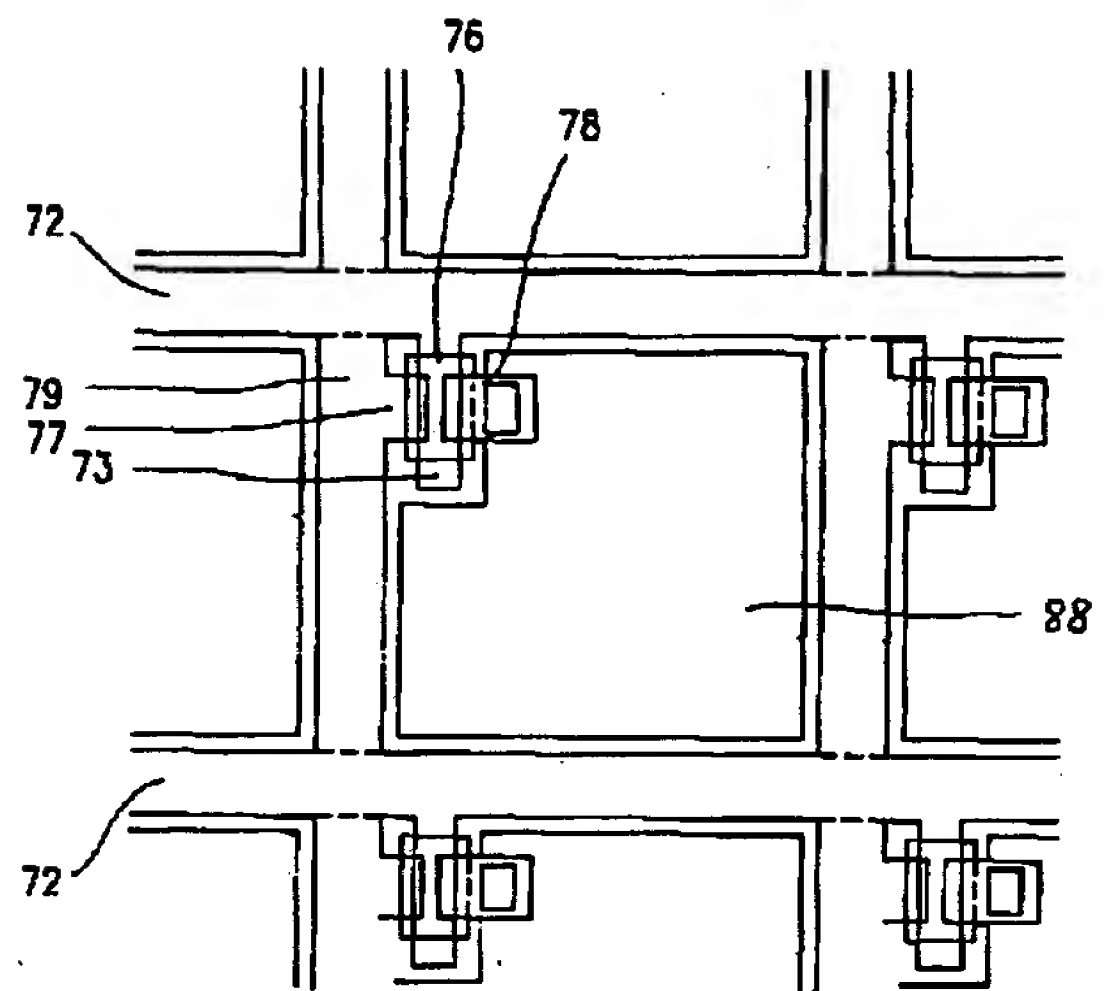
【図20】



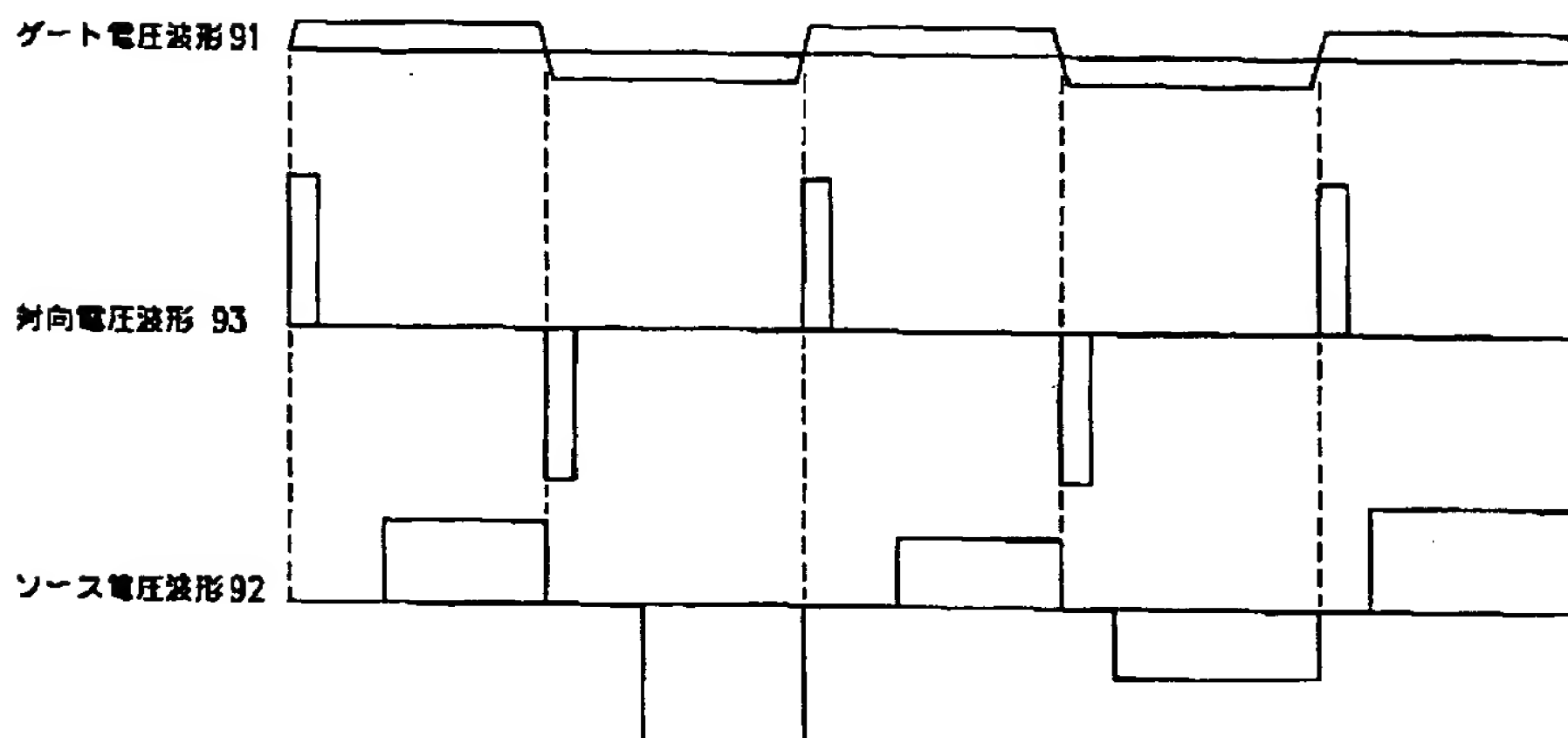
【図18】



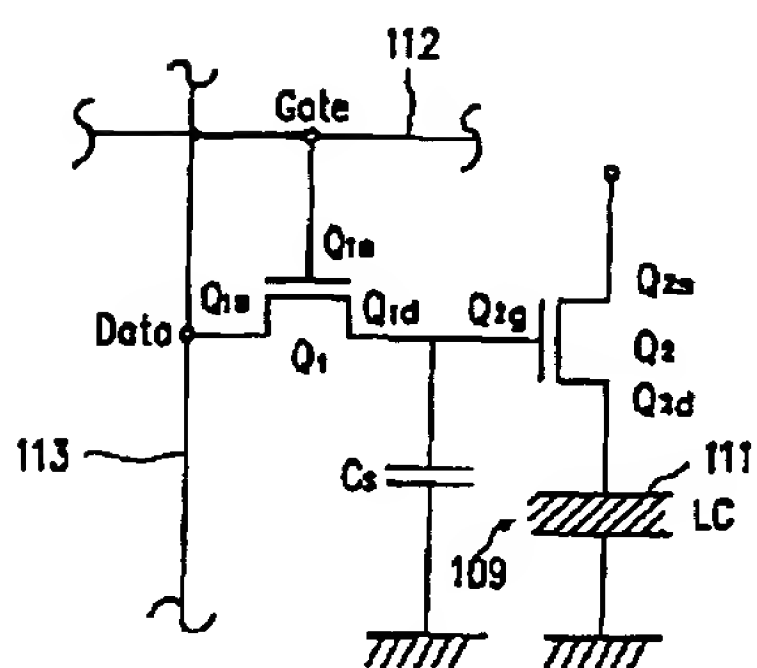
【図19】



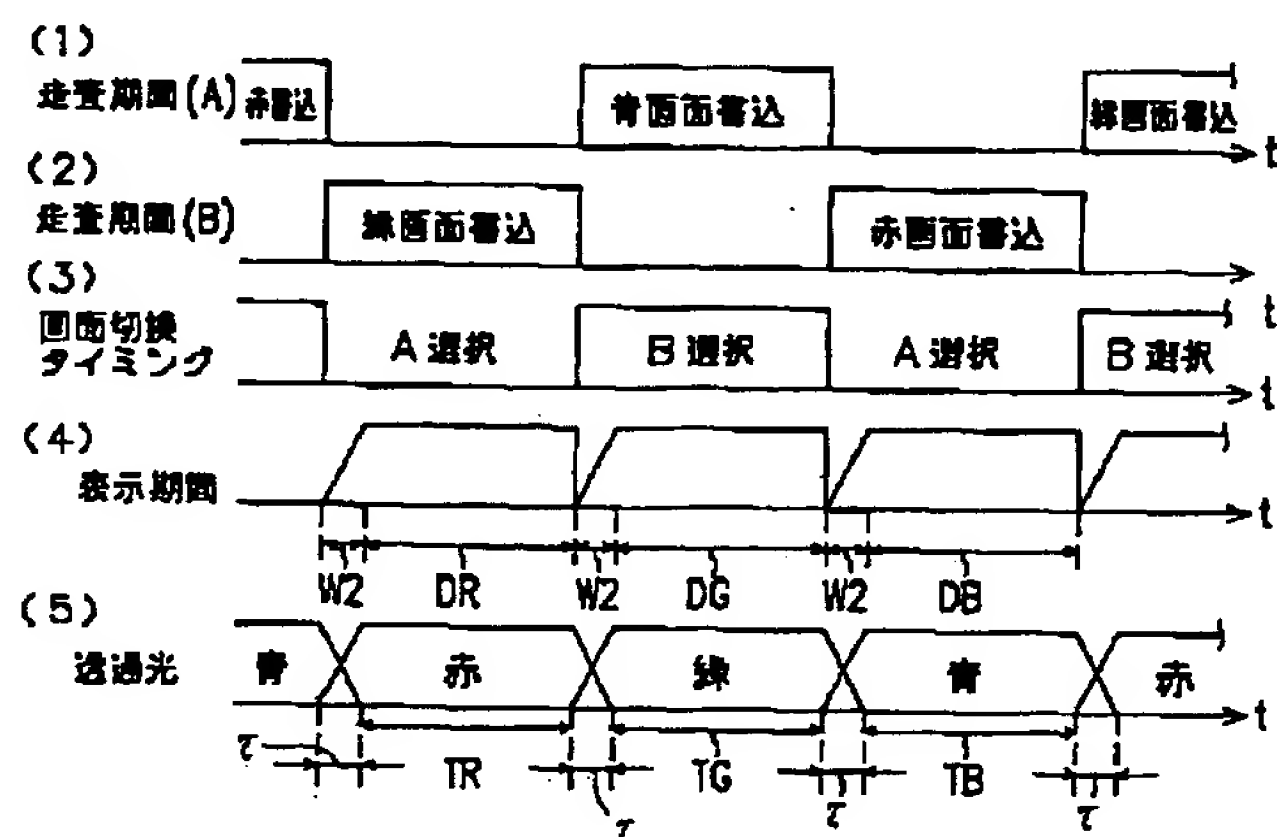
【図21】



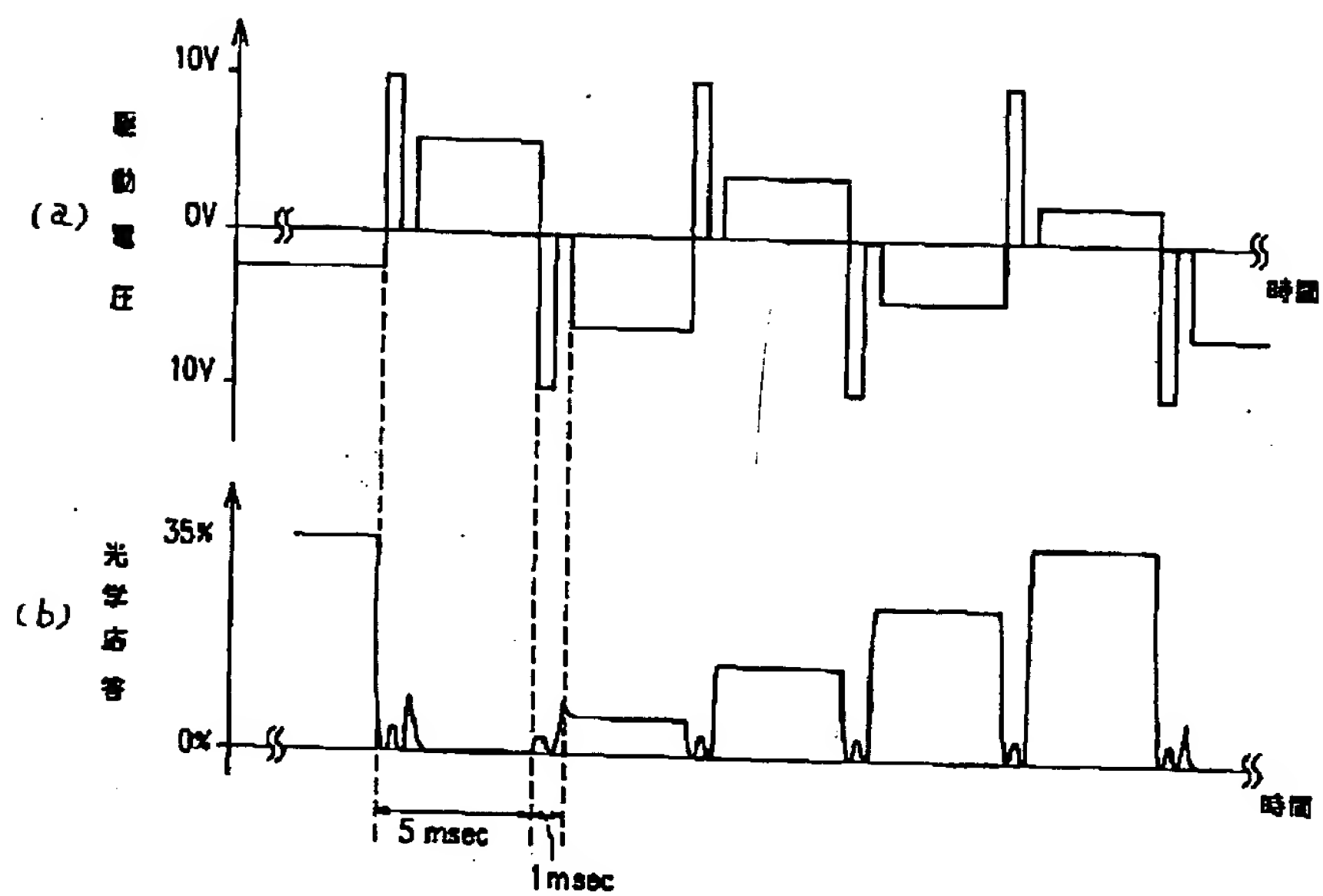
【図25】



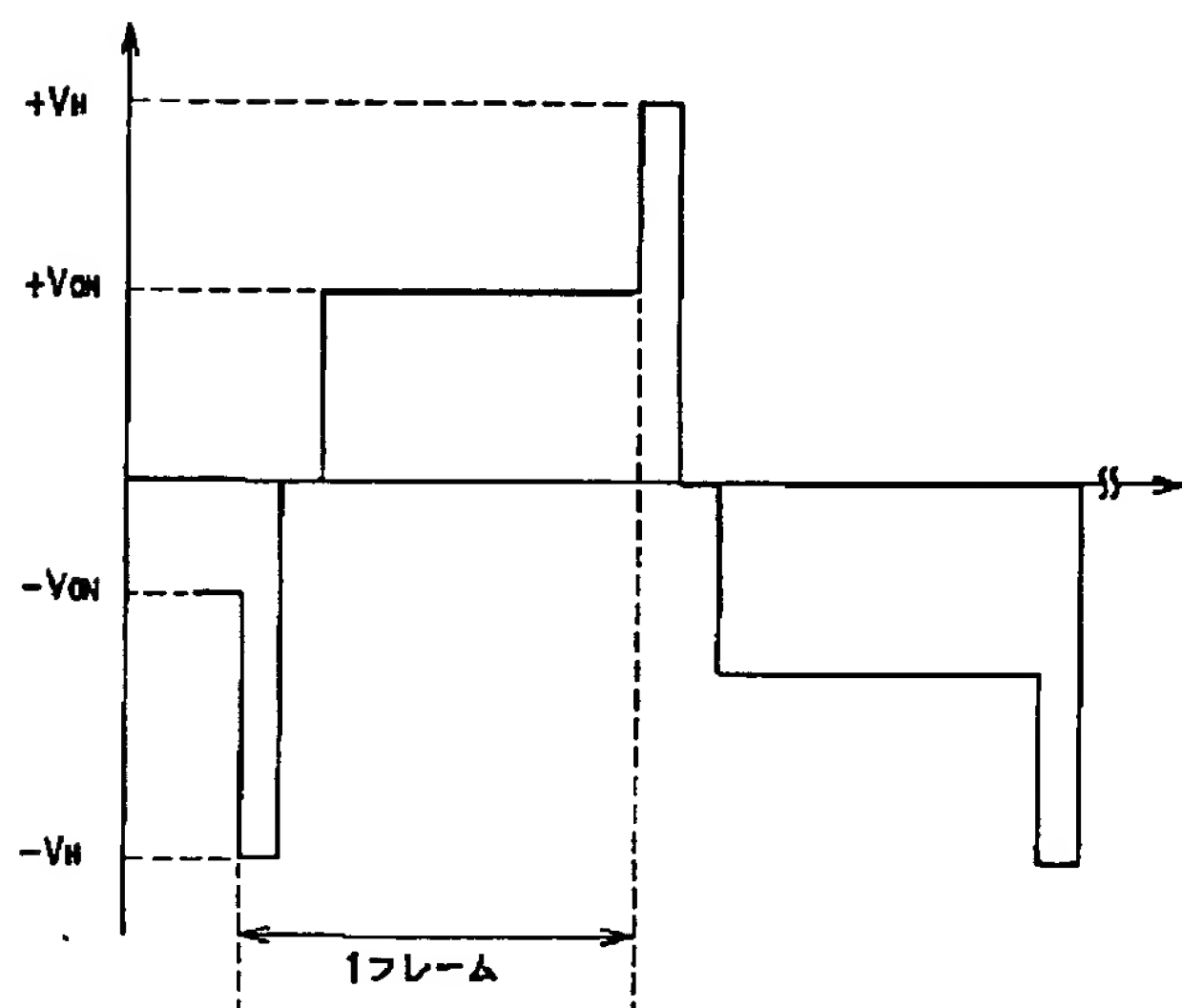
【図27】



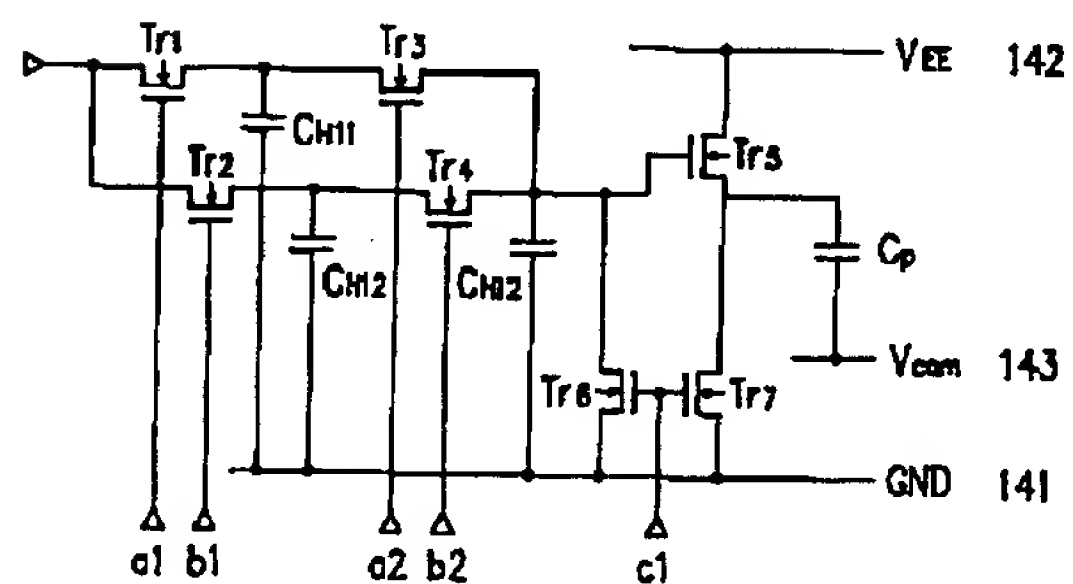
【図22】



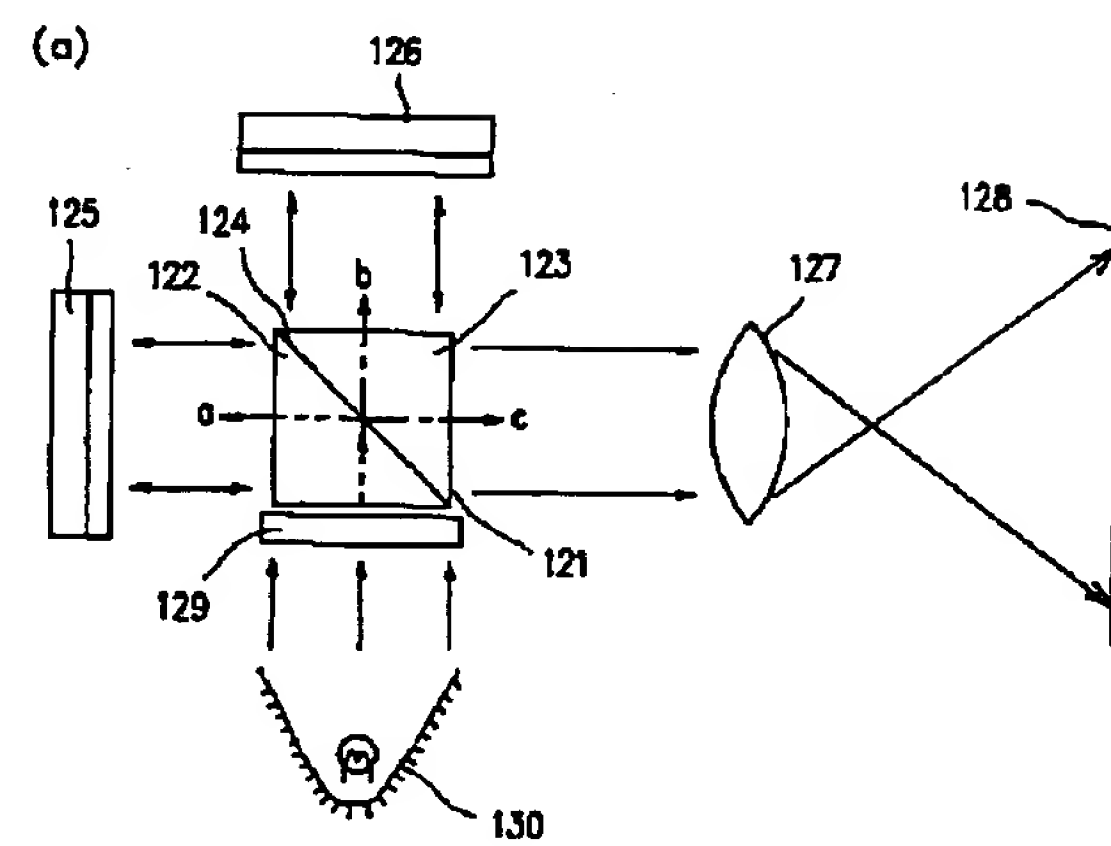
【図23】



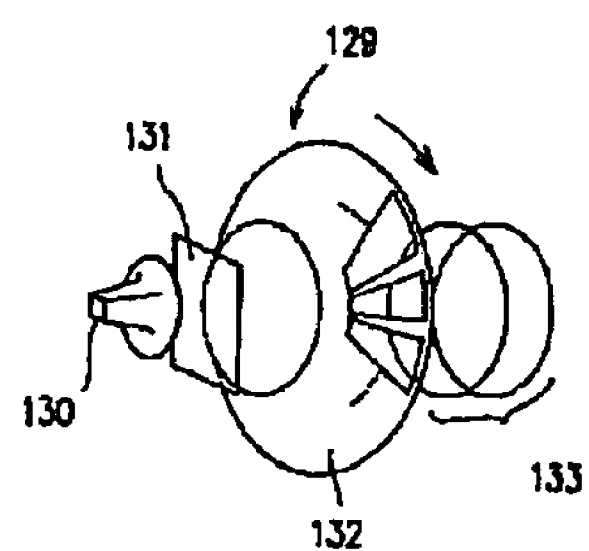
【図28】



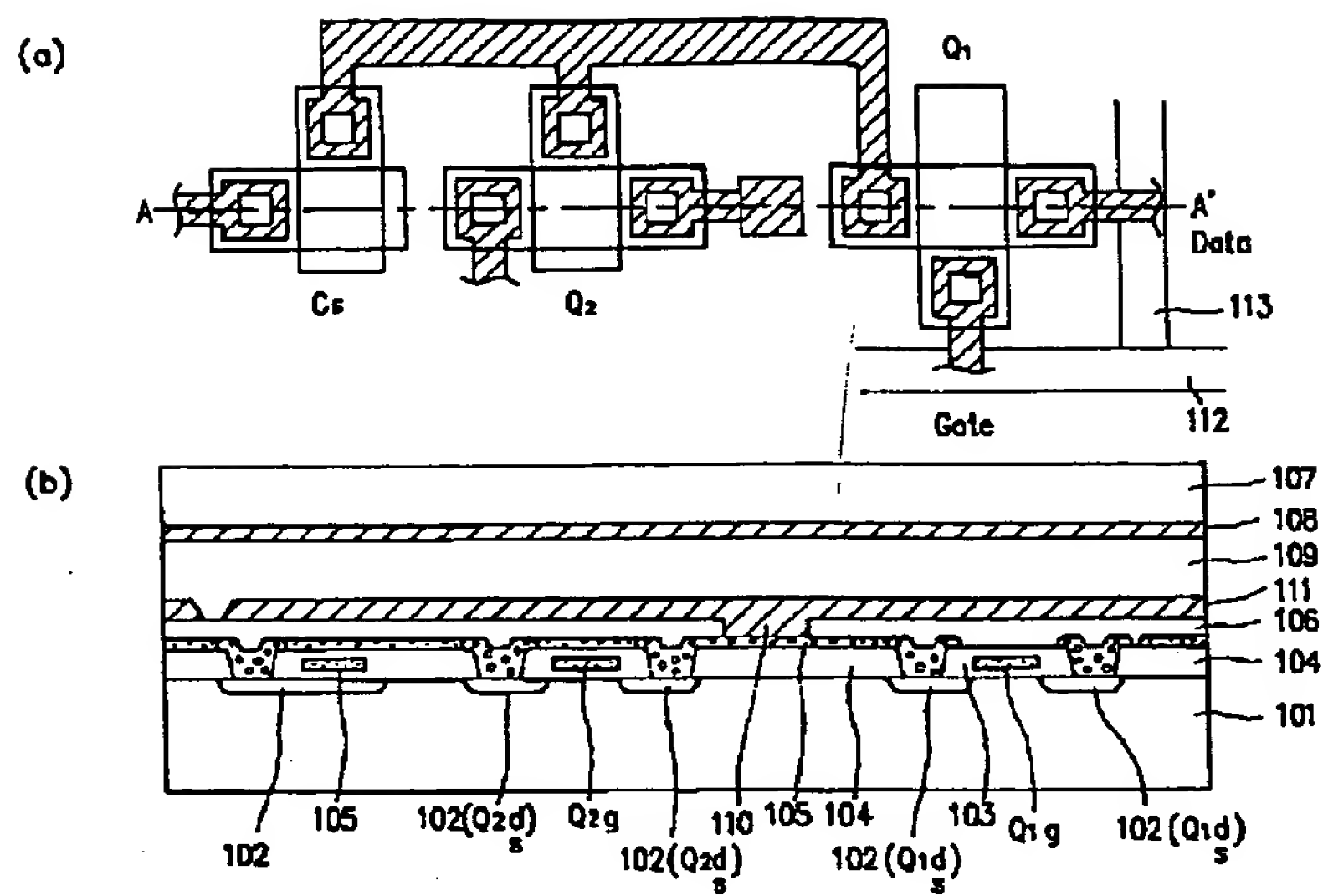
【図26】



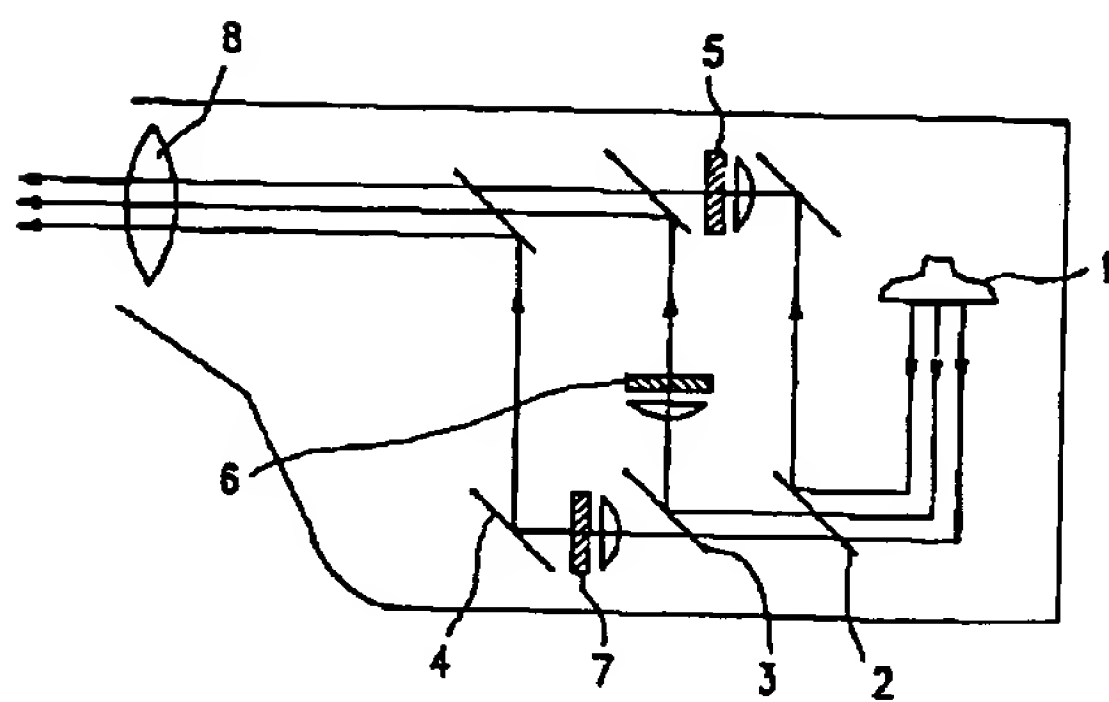
(b)



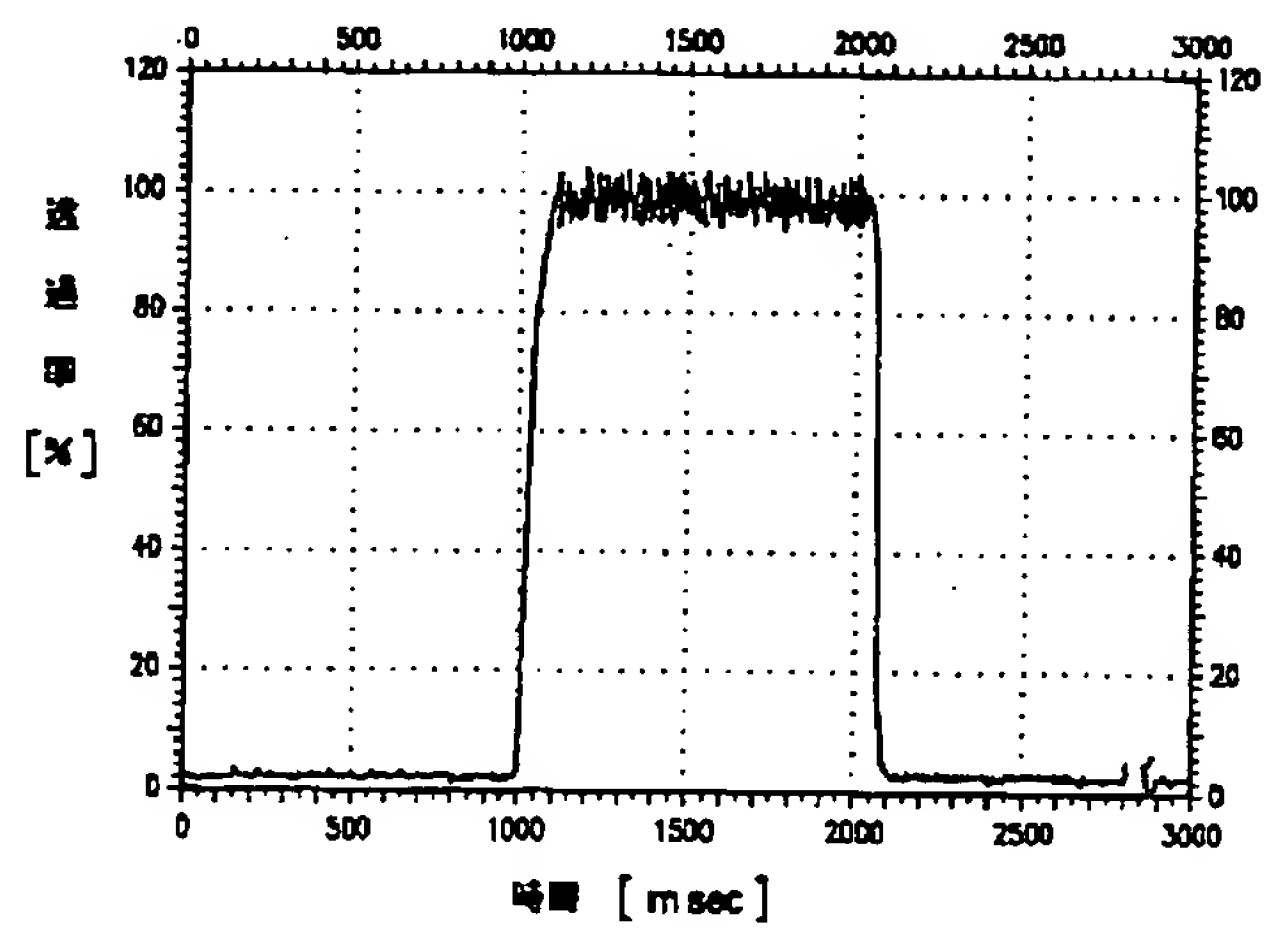
【図24】



【図29】

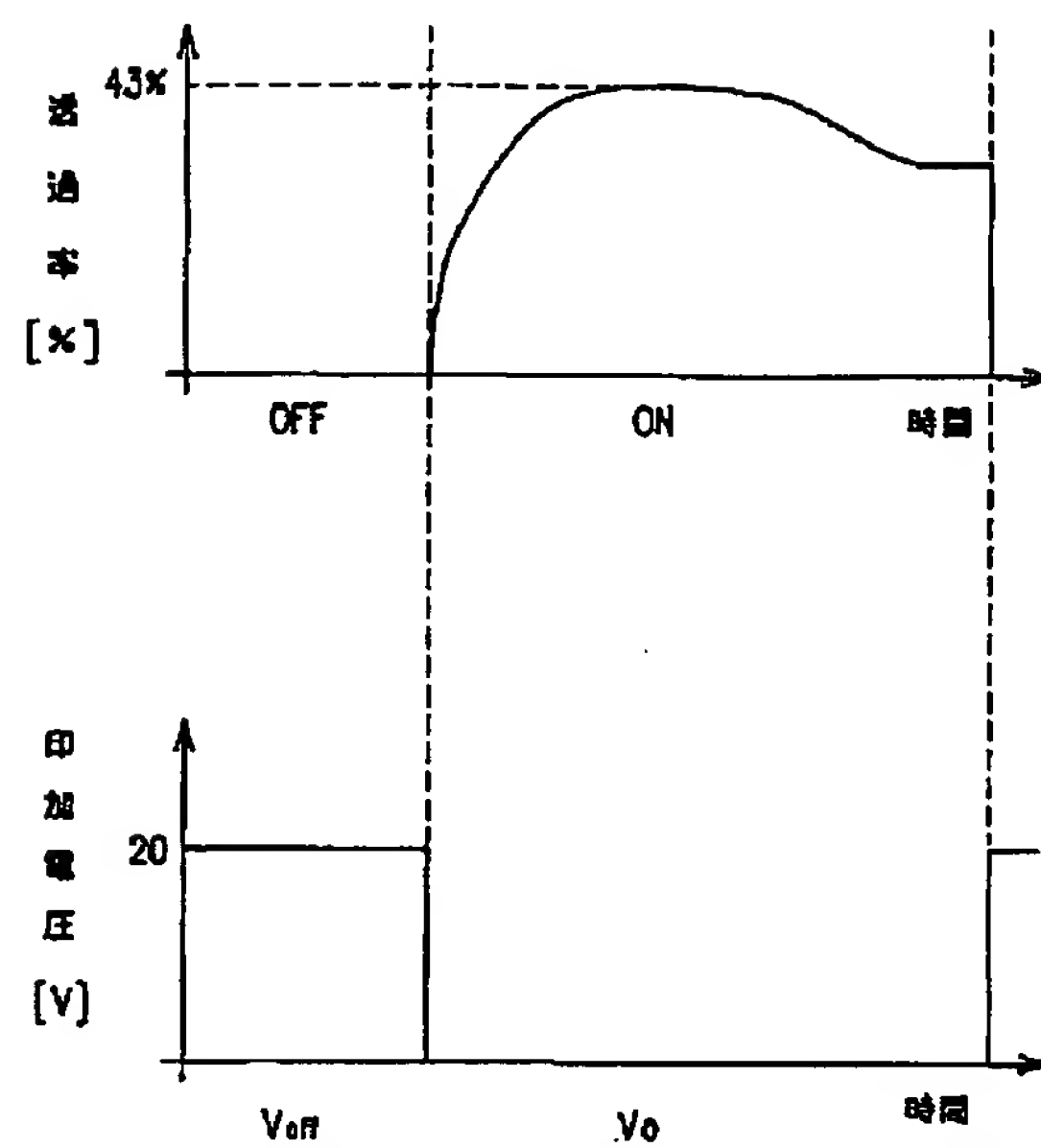


【図30】



応答時間 立ち上がり 39.1 [msec]
立ち下がり 35.1 [msec]

【図31】



フロントページの続き

(72)発明者 石井 裕
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内